



ANTÓNIO PEDRO *TPM* NA TRECAR: UMA NOVA ABORDAGEM À
FERREIRA CARREIRA *GESTÃO* DA MANUTENÇÃO
RESENDE



**ANTÓNIO PEDRO
FERREIRA CARREIRA
RESENDE**

***TPM NA TRECAR: UMA NOVA ABORDAGEM À
GESTÃO DA MANUTENÇÃO***

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho a alguém que sempre me apoiou em todas as etapas da minha vida. Não seria possível ter chegado até esta fase sem a ajuda das duas mulheres da minha vida: a minha Mãe e a minha Avó.

o júri

presidente

Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

Professor Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Mais uma vez o principal agradecimento vai para a minha Mãe e Avó que sempre me apoiaram e me transmitiram os melhores valores. Agradeço também aos meus irmãos e amigos que me apoiaram nesta fase de conclusão acadêmica.

À Profª Maria João que me orientou da melhor forma, dando-me os melhores conselhos durante o projeto e contribuindo sempre para um bom resultado final.

À Trecar por me ter recebido de uma forma muito agradável e por me ter proporcionado a primeira experiência no mercado de trabalho.

Ao Eng. Mário que me orientou na empresa e a todo o departamento de manutenção que sempre se mostrou disponível para ajudar e com os quais adquiri elevado conhecimento.

A todos os colaboradores com quem lidei mais diretamente e com quem sempre mantive bons relacionamentos.

palavras-chave

Manutenção industrial, *TPM*, *OEE*, *Lean*, *5S*

resumo

A manutenção tem vindo a assumir um papel preponderante na atividade industrial, uma vez que é esta área departamental que possibilita à produção, um fluxo contínuo de atividade, atenuando os tempos de paragem dos equipamentos (*downtime*). A evolução histórica mostra este avanço e a importância da manutenção nas indústrias, apesar de atualmente se verificar uma redução nas despesas associadas a este setor, devido à crise económica global. O *TPM* surge como uma abordagem à gestão da manutenção, em que algumas das tarefas da manutenção são transferidas para o setor da produção.

É sobre este ponto que incide o projeto desenvolvido na Trecar que contou com várias fases de implementação, desde a definição das operações que constavam do programa, à formação e habilitação dos operadores nas operações *TPM*. Durante as várias fases foi também importante criar as fichas de posto de trabalho e preparar os mesmos com as ferramentas e materiais necessários para a realização das operações.

Os resultados obtidos, apesar de um pouco prematuros, mostram a importância deste tipo de ferramenta de trabalho na gestão dos equipamentos fabris. Com a implementação do *TPM*, os operadores mostraram-se mais cuidadosos e até mesmo mais interessados no funcionamento dos equipamentos dos seus locais de trabalho, o que ajudou no sentido de ganharem uma maior autonomia e até mesmo vontade de resolverem eles próprios algumas situações de *downtime* das máquinas. A implementação permitiu claramente a passagem de operações de manutenção para a produção e permitiu assim uma manutenção autónoma por parte dos operadores. Esta manutenção autónoma possibilitou a diminuição do tempo de paragem de alguns equipamentos e o programa *TPM* permitiu também a criação de uma maior atitude de manutenção preventiva nos equipamentos, com repercussões positivas a médio-longo prazo.

keywords

Industrial maintenance, TPM, OEE, Lean, 5S

abstract

The maintenance has assumed a leading role in industrial activity, since it is this area that enables to production a continuous flow of activity, reducing downtime of equipment. The historical evolution shows this progress and the importance of maintenance in industries, though currently there is a decrease in costs associated with this sector due to the global economic crisis. The TPM emerges as an approach to maintenance management, in which some of the maintenance tasks are transferred to the production sector.

It is on this point that the project developed on Trecar focuses on, which featured various stages of deployment, from the definition of operations that were part of the program, to training and qualification of operators in operations TPM. During the various phases, it was also important to create job sheets and prepare them with the necessary tools and materials to perform the operations. The results, though a little premature, show the importance of such a tool in the management of manufacturing equipment. By implementing TPM, operators were more careful and even more interested in the operation of equipment in their workplaces, which helped towards gain greater autonomy and even willingness to resolve situations themselves some downtime machines. The implementation clearly allowed the passage of maintenance operations for the production, thus allowing an autonomous maintenance by operators. This autonomous maintenance allowed the reduction of downtime of some equipment and TPM program also created a larger attitude of preventive equipment maintenance, with positive repercussions in the medium - long term.

Índice

I. INTRODUÇÃO

I.1. Caracterização sumária do projecto	2
I.2. Principais objectivos a atingir.....	2
I.3. Metodologia	3
I.4. Estrutura do relatório.....	4

II. ABORDAGEM *TPM* NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

II.1. Manutenção industrial.....	5
II.1.1. Tipos de manutenção e algumas definições	8
II.1.2. A importância do planeamento na manutenção	9
II.1.3. Sistemas de manutenção	11
II.1.4. Produtividade na manutenção industrial.....	13
II.2. <i>TPM – Total Productive Maintenance</i>	16
II.2.1. Objectivos do <i>TPM</i>	18
II.2.2. <i>OEE – Overall equipment effectiveness</i>	20
II.2.3. Os oito pilares do <i>TPM</i>	21
II.2.4. As seis grandes perdas (<i>six big losses</i>)	25
II.2.5. Fases e dificuldades de implementação do <i>TPM</i>	27
II.3. <i>TPS – Toyota Production System</i>	30
II.3.1. Os 14 princípios de gestão da <i>Toyota</i>	31
II.3.2. Os princípios do <i>TPS</i>	32
II.4. Filosofia <i>Lean Thinking</i>	33
II.4.1. Os princípios do <i>Lean Thinking</i>	33
II.4.2. <i>Lean Production/Lean Manufacturing</i>	34
II.4.3. Sistema <i>push</i> vs sistema <i>pull</i>	37

III. UMA NOVA ABORDAGEM À GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM O *TPM* NA TRECAR.....

III.1. O grupo <i>Trèves</i> e a Trecar	40
III.1.1. Apresentação da Trecar	41
III.1.2. Estrutura departamental e organizacional da Trecar	43
III.2. Processos produtivos da Trecar	45
III.2.1. Processo produtivo ATA	46
III.2.2. Processo produtivo ASC	47

III.2.3. Processo produtivo HAPP Cesar	48
III.2.4. Processo produtivo HAPP SJM	50
III.3. Problema, objetivos e metodologia	54
III.4. Situação inicial – OEE e tempos de paragem	55
III.5. Fases de implementação do TPM	58
III.6. Atividades TPM realizadas na unidade ASC	69
III.7. Atividades base 5S na unidade HAPP Cesar	74
III.8. Pilares atingidos com o TPM	76
III.9. Análise de resultados	84
IV. CONCLUSÃO E ORIENTAÇÕES DE TRABALHO FUTURO.....	95
V. BIBLIOGRAFIA.....	99

Índice de figuras

Figura 1 - Fluxo típico dos trabalhos de manutenção	11
Figura 2 - Relação entre objetivos organizacionais, produção e manutenção	13
Figura 3 - Fatores que influenciam a produtividade da manutenção industrial.....	15
Figura 4 - Cálculo do OEE	20
Figura 5 - Comparação de padrões de OEE	21
Figura 6 - Demonstração dos oito pilares do TPM.....	22
Figura 7 - Benefícios do Lean Production	36
Figura 8 - Sistema <i>push</i> vs sistema <i>pull</i>	38
Figura 9 - Logótipo do grupo Trèves.....	40
Figura 10 - Gama de produtos do grupo Trèves	40
Figura 11 - Logótipo da Trecar	41
Figura 12 - Localização da Trecar	41
Figura 13 - Estrutura departamental da Trecar.....	43
Figura 14 - Divisão da Trecar por produto final (SJM).....	44
Figura 15 - Divisão da Trecar por produto final (Cesar)	44
Figura 16 - Gama de produtos Trecar	45
Figura 17 - Processo produtivo ATA - foamização	46
Figura 18 - Esquema processo produtivo ATA	46

Figura 19 - Processo de corte têxtil.....	47
Figura 20 - Máquina de costura (confeção)	48
Figura 21 - Cabine de corte jato água	49
Figura 22 - Produto acabado HAPP Cesar	50
Figura 23 - Esquema do processo produtivo HAPP SJM	50
Figura 24 - Produtos finais HAPP SJM	51
Figura 25 - Equipamentos – prensas MIB 1 e 2, termorreguladores e <i>chiller</i>	52
Figura 26 - Sistema hidráulico das prensas	52
Figura 27 - Transportador MIB.....	53
Figura 28 - Máquina de corte horizontal.....	53
Figura 29 - Máquina de corte vertical	53
Figura 30 - Equipamentos da máquina de injeção ZSIM.....	53
Figura 31 - Ata de reuniões <i>TPM</i>	61
Figura 32 - Exemplo de ficha de posto <i>TPM</i>	64
Figura 33 - Ficha de habilitação <i>TPM</i>	66
Figura 34 - Preparação dos postos de trabalho	67
Figura 35 - Sinalização de locais de operações <i>TPM</i>	67
Figura 36 - Registo de operações <i>TPM</i>	68
Figura 37 - <i>Checklist</i> de operações semanais (manutenção de primeiro nível).....	69
Figura 38 - <i>Checklist</i> da linha <i>Seat Empunaduras</i>	71
Figura 39 - Inserção do <i>TPM</i> no plano <i>Lean</i> da Trecar.....	72
Figura 40 - Linha da <i>Seat Empunaduras</i> – unidade ASC.....	73
Figura 41 - Situação inicial – pré 5S.....	74
Figura 42 - Situação inicial – pós 5S	74
Figura 43 - Etiqueta de manutenção preventiva.....	78
Figura 44 - Melhoria do equipamento – máquina injeção ZSIM.....	79
Figura 45 - Melhoria do equipamento – máquina corte horizontal	79
Figura 46 - Melhoria do sistema hidráulico das prensas MIB 1 e 2	80
Figura 47 - Operações <i>TPM</i> de verificação de condições de segurança	82
Figura 48 - Proposta de melhoria (Prensas MIB 1 e 2).....	82
Figura 49 - Operação <i>TPM</i> de substituição das mangueiras	83
Figura 50 - Melhoria do sistema hidráulico das prensas MIB 1 e 2	84
Figura 51 - Esquema da análise de resultados	86

Figura 52 - Local proposto para substituição das mangueiras.....	89
Figura 53 - Operação de substituição das mós – máquina de corte horizontal.....	90

Índice de quadros

Quadro 1 - Planeamento do projeto de estágio	4
Quadro 2 - As seis grandes perdas combatidas pelo <i>TPM</i>	26
Quadro 3 - Sistema de produção tradicional vs sistema de produção Lean.....	36
Quadro 4 - Distribuição dos colaboradores por área de produção	42
Quadro 5 - Tempos de paragem dos equipamentos em minutos (até outubro 2013).....	56
Quadro 6 - Valores dos parâmetros do <i>OEE</i> (até outubro 2013).....	58
Quadro 7 - Planeamento do programa <i>TPM</i>	59
Quadro 8 - Operações <i>TPM</i> inicialmente propostas	60
Quadro 9 - Operações <i>TPM</i> acordadas com a produção	61
Quadro 10 - Planeamento do programa <i>TPM</i> na unidade HAPP Cesar	77
Quadro 11 - Exemplo de operações de manutenção preventiva	78
Quadro 12 - Seguimento mensal do <i>TPM</i>	87
Quadro 13 - Dados do <i>OEE</i> durante o programa <i>TPM</i>	94

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Distribuição dos tempos de paragem dos equipamentos.....	57
Gráfico 2 - Valores do indicador <i>OEE</i> (até outubro 2013).....	58
Gráfico 3 - Seguimento da operação de rearme do <i>chiller</i>	88
Gráfico 4 - Seguimento da operação de substituição de mangueiras	89
Gráfico 5 - Seguimento da operação de aperto das tomadas do óleo	90
Gráfico 6 - Seguimento da operação de retirar grafite da máquina de injeção ZSIM	91
Gráfico 7 - Tempos de paragem dos equipamentos (em minutos)	92
Gráfico 8 - Paragens devido a operações <i>TPM</i> (real vs objetivo).....	93
Gráfico 9 - Evolução do indicador <i>OEE</i> ao longo do programa <i>TPM</i>	94

I. INTRODUÇÃO

Com a crescente globalização e competitividade dos mercados, urge utilizar e adaptar mecanismos e sistemas existentes para que as organizações possam otimizar ao máximo os seus recursos. Só assim podem manter-se competitivas, alargando o seu espaço no mercado e permanecendo nele.

A crescente exigência dos clientes para com produtos de qualidade, sem defeitos e entregues atempadamente, força a que as unidades industriais tenham flexibilidade e agilidade para conseguir contornar os problemas que necessitam de ser ultrapassados.

Existem naturalmente variadas formas para se atingir a otimização dos recursos de uma organização, sendo o *Lean*¹ sem dúvida a filosofia mais em voga, uma vez que se foca na eliminação de desperdícios e numa aposta em processos flexíveis e ágeis para atingir essa mesma otimização.

Este projeto foca-se essencialmente na inserção da ferramenta *TPM*² na Trecar – Tecidos e Revestimentos, S.A., empresa que opera para o setor automóvel, nomeadamente com produtos têxteis para este mesmo setor. Esta foi uma nova abordagem à gestão da manutenção na empresa, uma vez que a Trecar não tinha ainda implementado esta ferramenta em toda a extensão da fábrica.

Pretende-se, desta forma, dar a conhecer a ferramenta implementada e todas as fases subjacentes bem como as principais dificuldades sentidas e resultados obtidos.

Uma vez que o projeto se insere no departamento de manutenção da Trecar – Tecidos e Revestimentos, S.A. pretende-se clarificar e evidenciar a função desta área de atividade na fábrica, mostrando o contributo que esta fornece no alcance dos objetivos de toda a unidade industrial.

¹ Filosofia *Lean* – em Português, “magro”, esta filosofia foca-se essencialmente na constante eliminação de desperdícios nas organizações. Será analisada em detalhe no capítulo II.4.

² *TPM* – em Português, Manutenção Produtiva Total; trata-se da ferramenta base deste relatório. Será analisada em detalhe ao longo do mesmo.

NOTAS: - O presente relatório foi escrito ao abrigo do novo acordo ortográfico da Língua Portuguesa assinado em 1990.

- A norma de referências bibliográficas utilizada foi a *APA* quinta edição.

I.1. Caracterização sumária do projecto

O projeto de implementação da ferramenta *TPM* está inserido no estágio curricular numa empresa de têxteis para automóveis, a Trecar - Tecidos e Revestimentos S.A. A Trecar pertence a um grupo multinacional, com sede em França (grupo *Trèves*) e iniciou a sua atividade em Portugal no ano de 1982. É uma organização que se dedica ao fabrico de têxteis e revestimentos para o setor automóvel fornecendo produtos para o grupo *PSA (Citroen e Peugeot)*, *Seat*, *Lancia*, *Honda*, entre outras marcas. A produção da fábrica dedica-se inteiramente à exportação para estes mesmos clientes.

A necessidade da implementação da ferramenta surge na medida em que se verificou internamente que existiam tempos de paragem dos equipamentos superiores aos teoricamente esperados e também porque se assumiu que havia operações que inicialmente eram feitas pelo departamento de manutenção, mas que poderiam passar a ser executadas pelos operadores. Este foi o mote para o projeto de estágio curricular, uma vez que se acreditava que a inserção da ferramenta na Trecar, traria inúmeras vantagens operacionais e comportamentais.

Com a implementação do *TPM* é expectável que o *OEE (Overall Equipment Effectiveness³)*, indicador que mede a eficiência dos equipamentos, melhore, uma vez que os mesmos estarão menos tempo parados, pois as tarefas de manutenção serão realizadas num tempo menor.

Espera-se também com a ferramenta reduzir os custos com a manutenção pois pretende-se apostar na prevenção e numa manutenção quase diária, evitando os custos elevados que ocorrem quando surgem situações de emergência não planeadas. Adicionalmente, é também expectável que os operadores adquiram um maior sentimento de “posse” dos seus equipamentos, o que fará com que eles tenham um maior cuidado e uma maior atenção aos mesmos durante o processo de produção.

I.2. Principais objectivos a atingir

Com a realização deste projeto de estágio pretende-se conseguir uma inserção eficaz e efetiva da ferramenta *TPM* na Trecar, bem como o desenvolvimento de ações passíveis de melhorar problemas detetados no terreno.

Espera-se que o cumprimento dos objetivos leve a uma:

³ *OEE* – indicador que permite efetuar uma avaliação de desempenho do *TPM*. Será analisado em detalhe no capítulo II.2.

- Melhoria do *OEE*;
- Otimização dos recursos financeiros do departamento de manutenção;
- Promoção de um maior sentimento de “posse” por parte dos trabalhadores que operam os equipamentos.

I.3. Metodologia

Para a realização deste projeto de estágio a metodologia seguida foi a seguinte:

- Revisão de literatura em torno da temática da manutenção industrial, *TPM*, *TPS*⁴ e filosofia *Lean*;
- Estabelecimento de uma relação entre os conceitos teóricos adquiridos academicamente e as necessidades práticas da Trecar;
- Implementação do *TPM* na Trecar:
 - Promoção da comunicação com os colaboradores da empresa da área de implementação do *TPM*;
 - Elaboração de documentos específicos com as operações a realizar pelos operadores em cada equipamento;
 - Registo dos resultados obtidos – avaliação de desempenho da ferramenta;
 - Comunicação das melhorias observadas nos equipamentos às várias áreas da organização;
 - Promoção de uma comunicação ativa com os operadores – definição de ações de melhoria com base em sugestões dadas pelos mesmos.

O trabalho foi desenvolvido ao longo de cerca de sete meses, de acordo com o cronograma apresentado no Quadro 1.

⁴ *TPS* – sistema de produção da Toyota, considerado o “pai” da filosofia *Lean*. Será analisado em detalhe no capítulo II.3.

PLANEAMENTO DO PROJETO - ESTÁGIO CURRICULAR TRECAR (2013-2014)								
TAREFAS	MÊS							
	Out-13	Nov-13	Dez-13	Jan-14	Fev-14	Mar-14	Abr-14	Mai-14
Integração na organização e conhecimento dos processos produtivos								
Pesquisa de referências para relatório escrito e para auxiliar no projeto								
Elaboração de documentos técnicos - fichas de Posto TPM e formação TPM aos operadores								
Seguimento de tempos de operações de manutenção								
Avaliação de desempenho da ferramenta TPM								
Elaboração do projeto escrito para posterior apresentação								
Preparação de todo o projeto com orientadora								
Desenvolvimento de ações de melhoria encontradas; Reuniões TPM								

Quadro 1 - Planeamento do projeto de estágio

I.4. Estrutura do relatório

O presente relatório está estruturado em quatro capítulos. Do primeiro capítulo, INTRODUÇÃO, faz parte o resumo do projeto, os objetivos principais a serem atingidos e a metodologia utilizada e a estrutura do relatório. Já no segundo capítulo, ABORDAGEM *TPM* NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL, são abordados os quatro grandes temas que permitem o enquadramento teórico do trabalho realizado: Manutenção Industrial, *TPM*, *TPS* e filosofia *Lean*. O capítulo três, UMA NOVA ABORDAGEM À GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM O *TPM* NA TRECAR, começa com uma descrição da empresa (estrutura organizacional, gama de produtos e processo produtivo). É feita depois uma referência aos problemas, objetivos e metodologia utilizada no projeto. Segue-se uma análise da situação inicial verificada e, finalmente, apresenta-se a implementação do *TPM* na Trecar, através das suas diferentes fases, bem como os principais resultados obtidos. No capítulo IV, CONCLUSÃO E ORIENTAÇÕES DE TRABALHO FUTURO, são identificados os aspectos positivos e negativos durante o decorrer do projecto e é ainda feita uma referência a possíveis melhorias no futuro, com algumas sugestões de desenvolvimento.

II. ABORDAGEM TPM NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Neste segundo capítulo do relatório pretendem-se apresentar e discutir vários conceitos que vão desde a manutenção industrial ao *TPM*, ao sistema de produção da *Toyota*, o *TPS*, e ainda ao *Lean Thinking*, os quais servem de enquadramento ao caso prático apresentado no capítulo III.

A revisão de literatura começará por abordar a manutenção num sentido lato, nomeadamente a manutenção industrial e os processos que tipicamente estão ligados a esta área da manutenção.

Depois de abordado este primeiro tema, será abordado o *TPM*, e uma vez que este surge como uma das muitas ferramentas *Lean*, falar-se-á do *Lean Thinking*, assim como da sua origem, o *TPS*.

Serão então, desta forma, abordados quatro grandes temas neste capítulo de revisão de literatura:

- Manutenção Industrial;
- *TPM – Total Productive Maintenance*;
- *TPS – Toyota Production System*;
- Filosofia *Lean (Lean Thinking)*.

A necessidade de proceder a uma revisão de literatura, procurando estabelecer o enquadramento teórico do projeto, prende-se com o facto de ser relevante e indispensável haver uma boa fundamentação que alicerce as práticas desenvolvidas ao longo do projeto. O enquadramento contribui, desta forma, para o aperfeiçoamento de algumas abordagens comportamentais ao longo do projeto e também para informar acerca das atividades a não realizar aquando da implementação da ferramenta *TPM*. Alguns dos artigos analisados, relativos a casos concretos da inserção da ferramenta em determinadas empresas, mostraram claramente que certas acções e atividades devem ser evitadas. Naturalmente que esta análise constituiu uma mais-valia, pois permitiu encurtar o leque de abordagens comportamentais para com os operadores perante esta nova realidade (entenda-se, a inserção do *TPM* nas práticas da empresa objeto de estudo).

II.1. Manutenção industrial

A manutenção pode definir-se, grosso modo, como o “conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de

operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado” (Cabral, 2006, p. 2). De acordo com a Norma Europeia EN 13306 de Abril de 2001, entende-se a manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida” (Cabral, 2006, p. 2).

Depois de ter sido considerada durante anos como um “mal necessário” da função produtiva, hoje em dia é já consensual e reconhecido que a manutenção constitui uma das áreas mais importantes e atuantes da atividade das indústrias. Isto deve-se ao facto de a manutenção contribuir para o bom funcionamento produtivo, para a qualidade do produto, para a segurança, para o bom relacionamento interpessoal, para a empresa manter uma boa imagem, para a rentabilidade económica do processo produtivo e para a preservação eficiente dos equipamentos (Cabral, 2006).

A manutenção surge, atualmente, como um fator estratégico para garantir uma elevada produtividade dos sistemas industriais, apesar de a atual crise económica estar a fazer com que algumas organizações reduzam as suas despesas nesta área, com repercussões negativas nos equipamentos a longo-prazo (Faccio, Persona, Sgarbossa, & Zanin, 2014). Tipicamente, as organizações definem as suas estratégias de negócio e prioridades competitivas com base em vários fatores relacionados com os seus sistemas de produção, como a produtividade, flexibilidade e ainda a qualidade. Como consequência disto, a manutenção desempenha um papel crucial na garantia da disponibilidade e fiabilidade das instalações fabris. É importante, para conseguir obter estes resultados, definir políticas de manutenção apropriadas que possibilitem às organizações atingirem os seus resultados pretendidos (Faccio, Persona, Sgarbossa, & Zanin, 2014).

Estas políticas de manutenção (inseridas na gestão da manutenção), quando desenvolvidas e implementadas corretamente, pretendem garantir uma maior eficiência e aumentar a disponibilidade dos equipamentos das fábricas de produção (Faccio, Persona, Sgarbossa, & Zanin, 2014).

A gestão da manutenção torna-se assim numa necessidade e dela fazem parte os seguintes elementos (Cabral, 2006):

- Conceitos gerais de manutenção – quais as principais atividades, tipos de manutenção e principais objetivos da manutenção;
- Planeamento – a importância de planear atividades de manutenção;
- Gestão de pessoal – nomeadamente operadores de manutenção, através do desenvolvimento de formação e de uma aposta na aprendizagem contínua;
- Engenharia geral das máquinas – documentação técnica de equipamentos para auxílio em operações de manutenção;

- Lubrificação – atividades de manutenção mais rotineiras, quase diárias;
- Calibração – estabelecimento de parâmetros em equipamentos;
- Gestão de materiais – gestão de *stocks* (peças de reserva), identificação de *stocks* mínimos;
- Técnicas de manutenção – operações de manutenção, incluindo como utilizar ferramentas de trabalho e como antecipar maus funcionamentos dos equipamentos;
- Informática – *softwares* integrados com a produção (produção–manutenção e manutenção–produção).

Estes elementos fazem, então, parte da gestão da manutenção, gestão essa que, quando realizada eficazmente, cria um conjunto de resultados positivos que podem ser utilizados de duas formas: primeiramente para justificarem à gestão de topo da empresa a necessidade de investir na manutenção e, por outro lado, para ajudar a estabelecer metas e objetivos práticos em resultado do esforço da manutenção.

Do ponto de vista económico, acredita-se que uma gestão eficiente da manutenção traz uma série de vantagens, desde:

- Menores custos diretos – devido à maior produtividade do trabalho planeado e ao menor custo associado ao evitar das avarias em vez de repará-las (isto porque reparar custa cerca de três vezes mais do que prevenir, em média);
- Menor imobilizado em peças de reserva – quando existe planeamento (ambiente planeado), procura-se ter aquilo de que se vai necessitar e encomendar só quando necessário (uma lógica *Lean*, referida no capítulo II.4);
- Economia de energia – resultante do melhor rendimento e funcionamento dos equipamentos.

Desta forma, o objetivo da gestão da manutenção é o de conseguir um padrão de desempenho operacional a um custo mínimo, que agregue os vários tipos de manutenção existentes nas devidas proporções. Naturalmente que este objetivo de otimização financeira só pode ser alcançado quando se fala em manutenção planeada, ou seja, aquela em que a gestão pode intervir de facto (tipicamente, na manutenção preventiva e/ou de melhoria, que irão ser discutidas mais à frente). Na manutenção não planeada (corretiva, também referida mais à frente), a gestão da manutenção depende dos acontecimentos, que têm um elevado grau de aleatoriedade e de variabilidade e que tipicamente dizem respeito a custos diretos de operação mais elevados.

II.1.1. Tipos de manutenção e algumas definições

Atualmente podem considerar-se diferentes tipos de manutenção existentes numa empresa, sendo de destacar os seguintes: manutenção corretiva, preventiva, sistemática, condicionada, preditiva, de melhoria, de primeiro nível e autónoma (Cabral, 2006).

Começando pela **manutenção corretiva**, pode referir-se que esta diz respeito à manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e é destinada a repor o bem num estado em que possa realizar a função requerida.

Já a **manutenção preventiva** é aquela que é efetuada a intervalos de tempo predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.

A **manutenção sistemática** é a manutenção preventiva executada a intervalos de tempo preestabelecidos, ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controlo prévio do estado do bem.

Por **manutenção condicionada** entende-se a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.

A **manutenção preditiva** é uma variante da manutenção condicionada, que é efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

Manutenção de melhoria diz respeito a modificações ou alterações destinadas a melhorar o desempenho do equipamento, ajustá-lo a novas condições de funcionamento, ou reabilitar as suas características operacionais.

A **manutenção de primeiro nível** é a manutenção sistemática tipicamente realizada pelo próprio operador da máquina que, embora determinada pelo departamento de manutenção, não recorre a este para a sua realização; é constituída por rotinas diárias, ou semanais, de inspeção, lubrificação, limpeza ou pequenas afinações.

A manutenção autónoma é a manutenção realizada pelo próprio operador do equipamento que, tipicamente, é definida pela manutenção, mas que pode ter um grau de complexidade um pouco elevado (sendo que não se trata de primeiro nível pois não diz respeito a limpezas, lubrificações, e/ou pequenos ajustes).

Ainda no âmbito da manutenção, é importante referir outros conceitos-chave relacionados com os equipamentos.

A **avaria** é a “cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, em que o estado avariado pode ser definido como o estado de um bem inapto para cumprir uma função

requerida, excluindo a inaptidão devida à realização de manutenção preventiva ou outras ações programadas, ou devido à falta de recursos externos” (Cabral, 2006, p. 7).

A **manutibilidade** é a “aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou repostado num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos” (Cabral, 2006, p. 8).

E, por fim, a **fiabilidade** é a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições durante um dado intervalo de tempo; em termos práticos exprime o grau de confiança que se pode ter no equipamento” (Cabral, 2006, p. 8).

II.1.2. A importância do planeamento na manutenção

A capacidade de produção de uma unidade industrial é a essência de uma organização; esta capacidade deve ser robusta e alicerçar uma organização para que consiga produzir um bem que se mantenha no mercado (Palmer, 2006). Isto porque, na realidade, a capacidade produtiva tem de ser preservada, conservada, uma vez que não é robusta por si própria.

Brown (2003) citado por (Palmer, 2006) refere que a visão de uma organização deve estar direccionada para a prevenção da manutenção, ao invés de se pensar em como a fazer de forma eficiente. Neste sentido, deve ser dada uma maior importância/relevância a equipamentos que necessitem de um mínimo de intervenções; qualquer organização preferirá possuir equipamentos que operem de forma constante e que não necessitem de intervenções.

Phillip Young (1997) citado por (Palmer, 2006) refere que, tipicamente, as unidades industriais não atribuem ao conhecimento intelectual da manutenção o devido valor; as maiores oportunidades de manutenção existem ainda antes sequer da organização instalar os seus equipamentos. Assim sendo, o primeiro passo quando se tenta alcançar a eficiência da manutenção é haver uma colaboração ativa entre o departamento de engenharia e de construção mesmo antes de se instalarem os equipamentos fabris (Young, 1997) citado por (Palmer, 2006).

Não obstante, e apesar de haver grandes oportunidades ao nível da melhoria da eficiência da manutenção antes da instalação dos equipamentos fabris, há necessariamente uma grande atenção que deve ser dada pela manutenção aos equipamentos depois de instalados (Palmer, 2006). O passo dois, quando se tenta alcançar a eficiência na manutenção, é o de ser proativo; isto significa atuar antes de ocorrerem as avarias, nomeadamente com atividades de manutenção preventiva, preditiva e com manutenções de melhoria. A manutenção proativa foca-se em prevenir situações passíveis de se tornarem em problemas urgentes e/ou avarias nos equipamentos. Os programas de manutenção proativa estão alinhados com os equipamentos fabris para poderem

antecipar e até mesmo prevenir as possíveis quedas ou perdas da capacidade produtiva. Pode dizer-se ainda que a manutenção produz um produto que é a capacidade de produção, não se limitando apenas a prestar um serviço de reparação (Palmer, 2006).

Todas as instalações fabris necessitam da manutenção e do seu planeamento para ajudar a possibilitar uma maior eficiência desta atividade. O planeamento da manutenção envolve a identificação das peças e ferramentas necessárias para determinados trabalhos e envolve também a acomodação dos materiais de forma apropriada. Com o planeamento, quando for requisitado um trabalho para a manutenção, o operador da secção em causa apenas terá que verificar e recolher os materiais necessários antes de realizar a operação. Com este trabalho preparatório realizado (planeamento), o operador da manutenção não necessita de despende tempo a identificar os materiais necessários, pelo que esta metodologia de planeamento serve para potenciar o aumento de produtividade na manutenção (Palmer, 2006). De acordo com a Figura 1, o fluxo típico de trabalhos de manutenção contempla OT's (ordens de trabalho) e, para cada OT, é necessário identificar as ferramentas necessárias para a sua realização bem como registar informaticamente todas as OT's que são feitas nos equipamentos (Cabral, 2006).

Apesar da importância do planeamento da manutenção, Peterson (1998) citado por (Palmer, 2006) refere que o planeamento é uma área difícil de alcançar e de manter; necessita de ser criado e desenvolvido de uma forma cuidadosa, uma vez que é a maior oportunidade na melhoria da manutenção em muitas unidades industriais.

Os métodos de planeamento de sucesso concentram as suas atividades em tarefas proativas; concentrando-se em trabalhos que retardem ao máximo as avarias, a organização do planeamento consegue produzir planos de trabalho valiosos, sem terem uma pressão elevada de calendarização. (Palmer, 2006). Isto só é possível porque as ordens de trabalho reativas (manutenção corretiva), recebem o mínimo de planeamento antes de estar definida a equipa técnica da manutenção. Desta forma, toda a organização da manutenção deve estar comprometida e realizar esforços no sentido de programar trabalhos proativos, assim como dar *feedback* de trabalhos realizados para ajudar planos de trabalho futuros. Só assim é possível que a percentagem geral de trabalhos do tipo reativo possa diminuir, o que é naturalmente o mais desejável, dados os custos associados a este tipo de trabalho serem elevados, quando comparados com os trabalhos de manutenção preventiva. (Palmer, 2006).

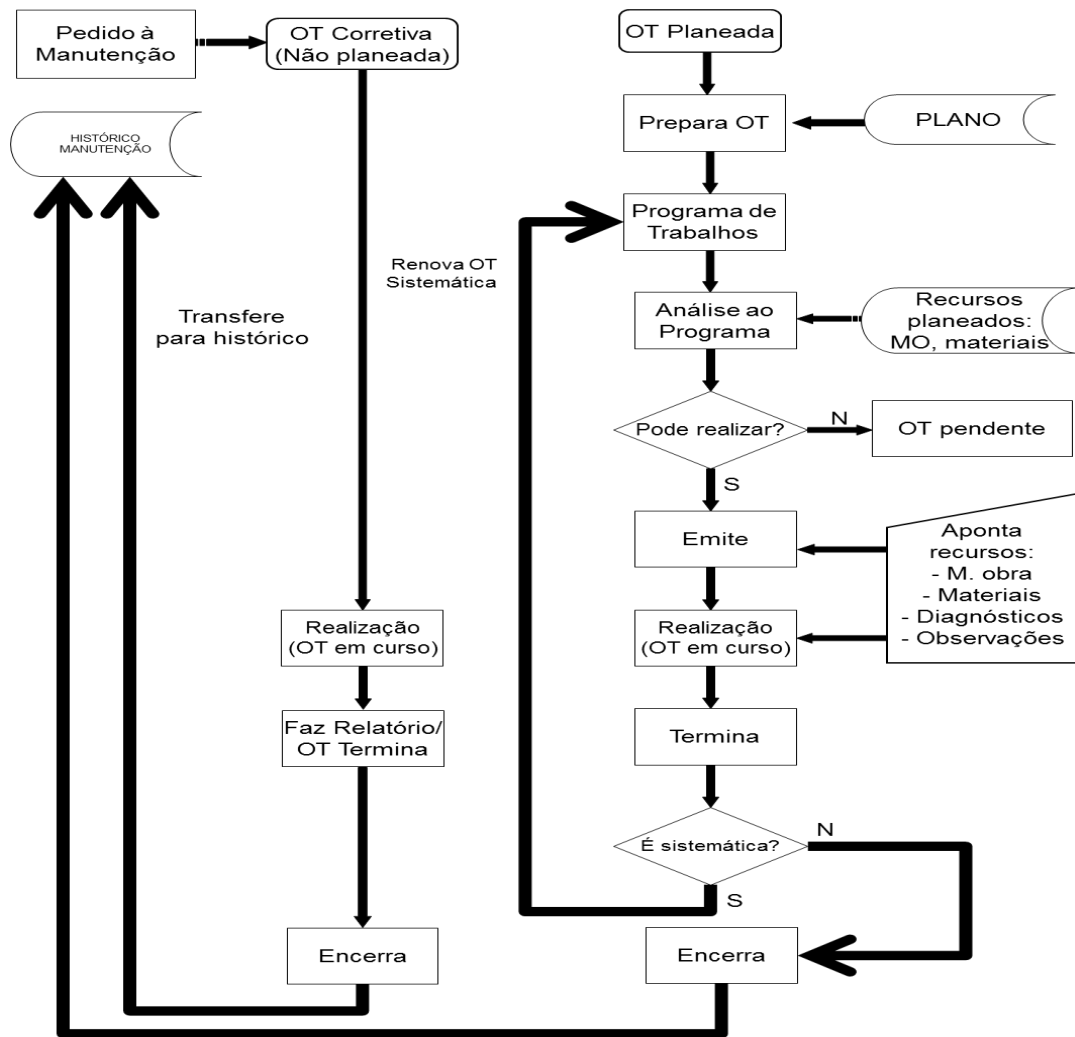


Figura 1 - Fluxo típico dos trabalhos de manutenção (adaptado de Cabral, 2006)

II.1.3. Sistemas de manutenção

Neste subcapítulo abordam-se os sistemas de manutenção, pelo que importa dar uma definição geral do que é um sistema. Por definição, “um sistema é um conjunto de componentes que trabalham juntos em direção a um objetivo comum” (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999, p. 1). Desta forma, a manutenção pode ser considerada como sendo um sistema com um conjunto de atividades que são realizadas em paralelo com os sistemas de produção (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999). De facto, a manutenção anda sempre de mãos dadas com a produção; isto porque um dos *outputs* do sistema produtivo é, indesejavelmente, a falha dos equipamentos. É este mesmo *output* que gera pedidos de trabalho para a manutenção; assim, o processo natural começa com o sistema de manutenção a tomar a falha do equipamento (*output* da produção) como sendo um *input* (da manutenção) e acrescenta ainda o seu *know-how*, trabalho e peças de reposição que possam ser

necessárias para repor o equipamento no seu estado ideal de funcionamento (*output* da manutenção).

Um sistema de manutenção pode ser visto simplesmente como um modelo que necessita de recursos para devolver resultados, do qual fazem parte em termos de recursos as peças, os equipamentos, ferramentas e mão-de-obra; como resultado do sistema tem-se a devolução de equipamentos que são fiáveis e configurados de forma a atingir as operações planeadas da produção.

De um sistema de manutenção fazem parte as designações de tarefas, os tempos *standard* das operações e ainda a gestão do projeto. As designações de tarefas estão relacionadas diretamente com o trabalho da manutenção e contemplam os conteúdos de cada trabalho incluindo as peças e ferramentas necessárias e ainda outros aspetos. Os tempos *standard* das operações são determinados para aumentar a eficiência dos operadores e ainda para minimizarem os períodos de avaria das instalações fabris. Por fim existe a gestão de projeto que, periodicamente, realiza manutenção preventiva/revisões planeadas aos equipamentos. A Figura 2 pretende ilustrar estas relações entre a produção e a manutenção, sendo que o objetivo é sempre o de otimizar as relações entre os dois setores e os *outputs* que devolvem

Os autores Duffuaa, Raouf, & Campbell (1999, p. 1), referem que “ o aumento da competitividade e da procura dos clientes em entregas atempadas de produtos de elevada qualidade tem forçado as organizações produtoras a adotar automação”. Esta adoção levou a que houvesse uma necessidade de grandes investimentos em equipamentos fabris. A necessidade de manter os equipamentos com um elevado índice de fiabilidade e baixos períodos de avarias, veio trazer à manutenção um papel de extrema importância enquanto atividade chave nas unidades industriais. Para realçar esta importância, Duffuaa, Raouf, & Campbell, (1999) referem que para ser possível produzir um bem com um elevado nível de qualidade, os equipamentos da produção necessitam de operar dentro de determinadas especificações, especificações essas que são alcançáveis através de ações da manutenção.

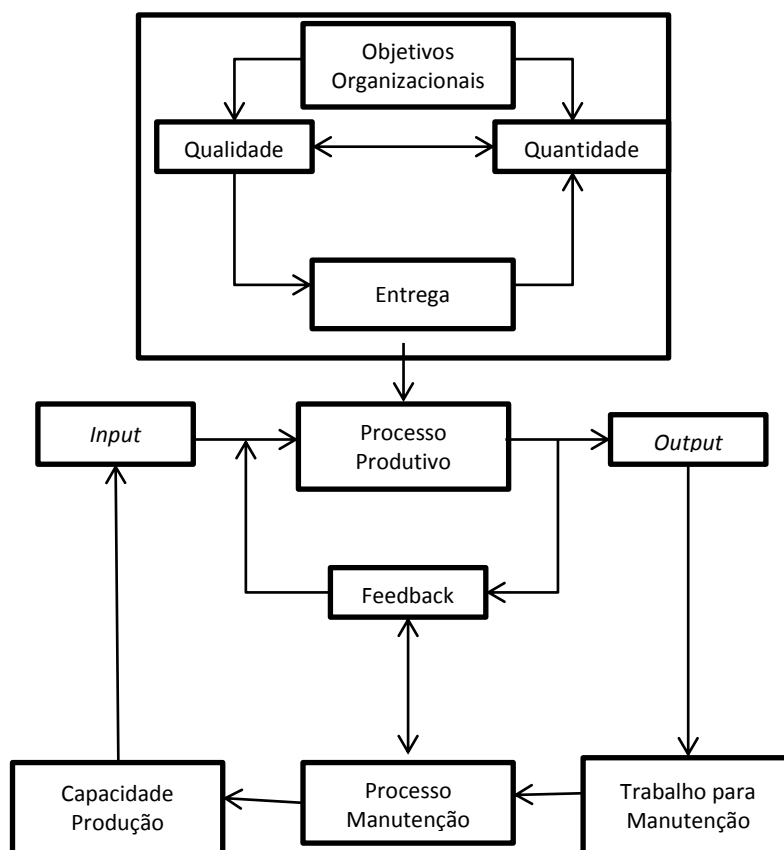


Figura 2 - Relação entre objetivos organizacionais, produção e manutenção (adaptado de Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999)

II.1.4. Produtividade na manutenção industrial

A produtividade é um aspeto relevante e fulcral em qualquer departamento organizacional, pelo que também o é naturalmente ao nível da manutenção, da qual depende diretamente a produção, que necessita que determinado equipamento funcione nas condições ideais de operação. Assim, a produtividade da manutenção deve ser sempre otimizada, no sentido de conseguir realizar operações de reparo/conserto no menor tempo possível, reduzindo o *downtime*⁵ dos equipamentos.

A literatura existente sugere duas formas de medir a produtividade: a produtividade de componentes e a produtividade agregada (Lofsten, 2000). As medidas de produtividade de componentes são projetadas para medir o desempenho de uma pequena atividade ou para uma pequena unidade organizacional; são estabelecidos objetivos para o uso eficiente de recursos e o desempenho atual é comparado com os objetivos determinados. As medidas de produtividade agregadas são definidas para avaliar o desempenho de um grupo organizacional extenso (uma fábrica, uma organização ou ainda uma indústria) e são tipicamente usados durante um longo

⁵ *Downtime* – tempo em que os equipamentos não estão a produzir (excluindo as paragens planeadas).

período de tempo. Habitualmente, este tipo de produtividade é uma medida que estabelece um indicador para o desempenho atual de uma organização com os valores registados numa determinada data, atualizados para o presente (por forma a poder ser efetuada uma comparação coerente entre valores de produtividade) (Lofsten, 2000).

Apesar da existência destas duas formas de calcular a produtividade, esta pode simplesmente ser definida como o rácio entre a quantidade de *output* produzido (durante um determinado período de tempo) e a soma de um ou mais fatores de *input* necessários para produzir a quantidade de *output* como, por exemplo, os materiais utilizados, a mão-de-obra e a energia despendida (Alsayouf, 2007). O conceito de produtividade é, por vezes, confundido com os conceitos de eficácia e eficiência, se bem que por produtividade pode também designar-se eficiência. Já os conceitos de produtividade/eficiência e eficácia são bem distintos, pelo que importa por isso definir claramente estes três conceitos. A eficiência pode ser definida (como a produtividade) como o rácio entre os *outputs* de um processo pelos recursos utilizados (*inputs*) (Sink & Tuttle, 1989) citados por (Alsayouf, 2007). É uma medida económica que mostra como estão a ser usados os recursos (*inputs*) na produção dos *outputs* desejáveis (Alsayouf, 2007). Já a eficácia destina-se ao *output* do processo produtivo e pode ser definida como a quantidade de *output* atual sobre a quantidade de *output* expectável. Resumidamente, é-se eficaz quando se atingem os objetivos pretendidos e é-se eficiente quando os recursos usados para se atingirem os objetivos pretendidos são otimizados. Por exemplo, pode ser-se eficaz por se ter atingido uma meta de lucro numa organização de 30.000€, mas não se ser eficiente por terem sido gastos demasiados recursos para atingir este objetivo.

Voltando agora concretamente ao tema da manutenção industrial, apesar desta importância unânime do setor e da atividade, devido à atual crise económica global, muitas organizações têm vindo a reduzir as suas despesas com a manutenção, com repercussões elevadas nos índices de fiabilidade dos equipamentos a médio-longo prazo (Faccio, Persona, Sgarbossa, & Zanin, 2014).

Tal como discutido anteriormente neste relatório, a produtividade da manutenção pode ser otimizada através do planeamento da mesma, nomeadamente recorrendo a planos de trabalho bem definidos para operações específicas.

Botero et al., (2004) citado por (Loera, Espinosa, Enríquez, & Rodriguez, 2013) referem que há varios aspetos que influenciam a produtividade da manutenção, tais como o estado da economia, aspetos climáticos, os equipamentos com que os operadores trabalham e ainda a cultura e os métodos de trabalho existentes na organização (Figura 3).

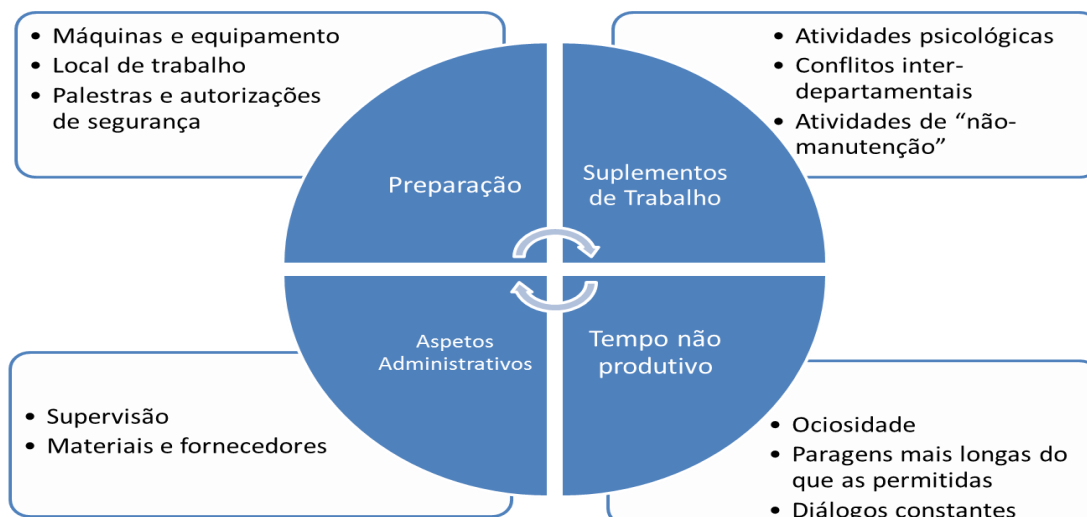


Figura 3 - Fatores que influenciam a produtividade da manutenção industrial (adaptado de Loera, Espinosa, Enríquez, & Rodriguez, 2013)

De entre os vários tipos de produtividade no setor da manutenção (produtividade através dos materiais, da maquinaria e das tarefas), é importante reter que no que diz respeito aos materiais utilizados pela manutenção, devido tipicamente aos custos associados serem elevados, devem-se evitar desperdícios e danos, sendo ainda importante sugerir possíveis melhorias e reposições. Já no que diz respeito aos equipamentos, também é bastante significativa a produtividade da manutenção devido aos elevados custos associados, sendo necessário atenuar o *downtime* dos mesmos. Por fim, a mão-de-obra é fundamental, uma vez que é o recurso que determina o ritmo de trabalho com que é feita a manutenção industrial, da qual depende diretamente o setor da produção (Loera, Espinosa, Enríquez, & Rodriguez, 2013).

Podem, portanto, resumir-se em dois os objetivos mais importantes ao nível da produtividade da manutenção: permitir uma elevada disponibilidade dos equipamentos fabris e ainda manter custos reduzidos de manutenção (Komonen, 2002).

Pode dizer-se que a manutenção industrial é uma área que tem assumido uma importância crescente na indústria, sendo um setor de carácter técnico que necessita de mão-de-obra especializada em algumas operações. Está efetivamente de braço dado com a produção, recebendo em grande parte das vezes ordens de trabalhos por parte deste setor, daí a relação de dependência entre produção-manutenção e vice-versa.

Com a tendência para a produção *just-in-time*⁶ (*JIT*, um dos princípios *Lean*, referidos mais à frente neste capítulo), é de extrema importância que a gestão da manutenção se integre na estratégia da organização, por forma a permitir a máxima disponibilidade dos equipamentos,

⁶ *Just-in-time* – sistema de produção que se foca em produzir apenas o necessário, quando necessário.

produtos com qualidade entregues atempadamente, e também para que as organizações consigam manter preços competitivos (Luxhoj, Riis, & Thorsteinsson, 1997).

É importante que a manutenção em geral acompanhe as tendências atuais e se atualize constantemente, uma vez que as mudanças nas necessidades produtivas necessitam de um reexame constante do seu papel. A melhoria da gestão da manutenção contribui significativamente para o alcance de vantagens ao nível de custo e de serviço para a empresa (Luxhoj, Riis, & Thorsteinsson, 1997).

II.2. TPM – Total Productive Maintenance

Este segundo tema da revisão bibliográfica corresponde diretamente à ferramenta base da realização deste projeto, o *TPM – Total Productive Maintenance*, ou, em português, manutenção produtiva total.

Os equipamentos usados nos processos industriais têm-se tornado cada vez mais complexos ao longo dos anos (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999). No séc. XIX, os equipamentos eram, na sua grande maioria, construídos para desempenharem funções simples/singulares durante um longo período de tempo. Já no séc. XX, verificou-se uma maior complexidade nos equipamentos e estes começaram a ser construídos para fábricas que produziam em massa, com maquinaria que comportava dispositivos mecânicos, elétricos, pneumáticos e hidráulicos. Em meados do mesmo século, as unidades e instalações industriais continuaram a tornar-se cada vez maiores (em dimensão) o que fez com que, no final do século, palavras como flexibilidade, variação de produtos, e velocidade fossem palavras-chave para as grandes unidades industriais. Perante toda uma crescente complexidade da maquinaria, a gestão da manutenção teve que adaptar-se para se manter a par com os novos locais de trabalho (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999).

É assim que surge a manutenção produtiva total, que se foca ativamente na manutenção de melhoria e faz descentralizar as operações de manutenção um pouco mais para o lado dos operadores das máquinas (produção) (Cabral, 2006). Trata-se de um conceito moderno de manutenção, inicializado no Japão na década de 70, sendo atualmente uma marca registada do *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* e estando implementada em vários países. Definindo diretamente a ferramenta pode dizer-se que o *TPM* é uma ferramenta de gestão para a manutenção dos equipamentos que se esforça em alcançar a máxima “produção perfeita” (Vorne, 2010):

- Sem avarias;
- Sem pequenas paragens ou produção lenta;
- Sem defeitos

Adicionalmente valoriza um ambiente de trabalho seguro, isto é, um ambiente sem acidentes.

O *TPM*, que surge referenciado segundo Vorne, (2010) como uma das 25 ferramentas *Lean* (filosofia discutida no subcapítulo II.4), realça a importância da manutenção preventiva e proativa para maximizar a eficiência operacional dos equipamentos. Esta ferramenta permite o *empowerment*⁷ dos operadores para ajudarem a manter nas melhores condições os seus postos de trabalho (Vorne, 2010). Esta descentralização de algumas operações da manutenção para a produção, justifica-se pelo facto de “o operador ser quem melhor conhece a máquina e, portanto, quem detém posição soberana para lhe criar as melhores condições de funcionamento” (Cabral, 2006, p. 238).

Desde a criação do *TPM* na década de 70, a ferramenta evoluiu significativamente para se tornar numa abordagem estruturada capaz na implementação de uma série de outras ferramentas/técnicas (que constam do *TPM*), por forma a eliminar todas as perdas de uma organização através da sua cadeia de valor (SMMT Industry Forum Ltd, 2014).

A palavra “*Total*” na sigla *TPM*, significa isso mesmo, ou seja a participação de toda a organização. Todos os colaboradores de uma organização (de todos os níveis hierárquicos e de todos os departamentos) desempenham um papel importantíssimo no *TPM* pois, desta forma, mantêm-se familiarizados com a ferramenta e podem sugerir ações de melhoria uma vez que, como se verá mais à frente, o *TPM* pode ser aplicado em várias áreas departamentais.

O papel da gestão é crítico na implementação do *TPM*, uma vez que é muito importante demonstrar e reforçar constantemente o comportamento e a atitude a tomar por parte de toda a organização: só com uma liderança e compromisso fortes por parte da gestão é possível obter as melhorias sustentadas e pretendidas. A gestão tem obrigatoriamente que fornecer e que estabelecer uma ligação clara entre a melhoria necessária e as políticas que são desenvolvidas através de uma visão de longo prazo e o estabelecimento das metas para a organização. É também necessária, numa fase inicial, uma formação intensiva na ferramenta, bem como, já numa visão a longo prazo, alocar tempo e relevância na contínua implementação do *TPM*, nomeadamente com possíveis ações de melhoria que naturalmente vão surgindo (SMMT Industry Forum Ltd, 2014).

⁷ *Empowerment* – Palavra que pretende expressar a atribuição de maiores competências e responsabilidades aos operadores.

II.2.1. Objetivos do TPM

Depois de introduzida a ferramenta base deste projeto, é importante referir aquilo que a mesma proporciona e visa atingir, para se poderem vislumbrar as vantagens da implementação do TPM.

A implementação correta do TPM visa atingir: (SMMT Industry Forum Ltd, 2014)

- Produtividade – Zero Perdas;
- Qualidade – Zero Defeitos;
- Qualidade – Zero Acidentes.

Estes três aspetos são algumas das consequências que se pretendem obter aquando da implementação da ferramenta que, naturalmente, permite tornar a produção mais económica através da eliminação de perdas, possibilitando assim um ritmo mais contínuo de trabalho. Espera-se também atingir a marca dos “zero defeitos”, uma vez que os equipamentos terão menor probabilidade de entrarem em parâmetros de “não conformidade”, bem como a eliminação de acidentes, pois os operadores estarão mais consciencializados acerca do seu local de trabalho e mantê-lo-ão com um maior cuidado e brio (SMMT Industry Forum Ltd, 2014).

Para além destes três aspetos bastante importantes, podem ainda ser definidos cinco grandes objetivos (metas) a atingir com o TPM (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999):

- Maximizar o *OEE* – *overall equipment effectiveness* (explicado em seguida);
- Criar uma abordagem sistemática, que englobe todo o ciclo de vida útil dos equipamentos;
- Envolver operações, gestão de materiais, manutenção, engenharia e administração na gestão dos equipamentos;
- Criar um sistema que congregue todos os níveis de gestão e de operadores;
- Criar um movimento motivacional, na forma de trabalho de grupo, para melhorar o desempenho dos equipamentos.

Os operadores são, de facto, o ponto-chave no sucesso do TPM; apesar de muitos saberem aquilo que os seus equipamentos realmente fazem, a maior parte não sabe quais os mecanismos que estão por detrás dos equipamentos e porque fazem determinada operação (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999). O envolvimento do pessoal da produção, que foi referido anteriormente, permite que estes desenvolvam atividades de manutenção autónoma (já definidas anteriormente) como limpezas, lubrificações, inspeções, ajustes e pequenas trocas de componentes que não requeiram demasiados conhecimentos técnicos da manutenção. À medida que os operadores vão realizando

estas pequenas operações, é expectável que de cada vez que surja uma anomalia com o seu equipamento, eles tentem fazer o diagnóstico antes desta se tornar realmente num problema, evitando assim contactar a manutenção (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999).

O âmbito do *TPM* vai muito para além da produção; pode alargar-se às áreas de *I&D* (investigação e desenvolvimento) ou até mesmo à logística, sendo que nos dias de hoje tem vindo a ser implementado não apenas na indústria automóvel, mas também na indústria alimentar e até no setor dos serviços (Brah & Chong, 2004). O *TPM* permite melhorar o desempenho industrial em aspetos como o desempenho de operações, segurança e limpeza, moral dos colaboradores e satisfação do cliente. Todos estes aspetos tendem naturalmente a levar a resultados finais das organizações significativamente melhores. Fredendall et al., (1997) citados por (Brah & Chong, 2004) referem que a área da manutenção é crítica na capacidade das organizações para competirem com sucesso no mercado, uma vez que fornece qualidade superior, maior capacidade de entrega e menores custos. Os gastos necessários com o *TPM* não devem ser vistos como sendo uma despesa, mas antes como um investimento na melhoria do desempenho industrial. Este mesmo desempenho industrial (melhorado), trazido pelo *TPM*, inclui melhorias na qualidade, segurança, flexibilidade, *lead time*⁸ e fiabilidade dos equipamentos (Brah & Chong, 2004).

Todos os objetivos referidos anteriormente mostram que existem vantagens significativas na implementação do *TPM*, para além daquelas referentes apenas a questões comportamentais (nomeadamente na atribuição de um maior *empowerment* aos operadores) (McKone, Schroeder, & Cua, 2001). Há vários estudos que dão força à relação positiva entre o *TPM* e a melhoria do desempenho industrial. As organizações que adotam eficazmente o *TPM* obtêm cerca de 50% de reduções nas taxas de avarias, 70% de redução de perdas produtivas, 50 a 90% de redução em tempos de *setup*⁹, 25 a 40% de aumento na capacidade produtiva, 50% de aumento de produtividade e 60% de redução de custos em manutenção. Em termos mais gerais, o *TPM* ajuda ainda a melhorar os recursos de uma organização, com o aumento da capacidade de resolução de problemas individuais e possibilitando aos operadores adquirirem conhecimento em áreas diferentes. O *TPM* pretende também alterar a estrutura organizacional, através da eliminação de barreiras entre a produção e a manutenção e da partilha de conhecimentos entre estas duas importantes áreas de uma organização (McKone, Schroeder, & Cua, 2001).

⁸ *Lead time* – tempo de entrega de determinado produto (desde que chega do fornecedor até à entrega ao cliente).

⁹ Tempos de *setup* – estes tempos dizem respeito a alterações nos equipamentos quando se produzem produtos finais diferentes (por exemplo, retirar um molde de uma prensa para produzir um produto final diferente).

II.2.2. OEE – Overall equipment effectiveness

O *OEE* é o indicador mais usado no *TPM* para medir a eficiência dos equipamentos ou para medir a produtividade da produção (Bon & Ping, 2011). Há várias formas de calcular este indicador dentro das organizações; no entanto, é comum definirem-se três grandes elementos no cálculo do indicador: disponibilidade, produtividade e taxa de qualidade. Há alguns padrões de resultados para os elementos do *OEE*, como 90% para a disponibilidade, 95% para a produtividade e 99% para a taxa de qualidade (Bon & Ping, 2011). Assim, o cálculo do *OEE* faz-se de acordo com a fórmula apresentada na Figura 4.

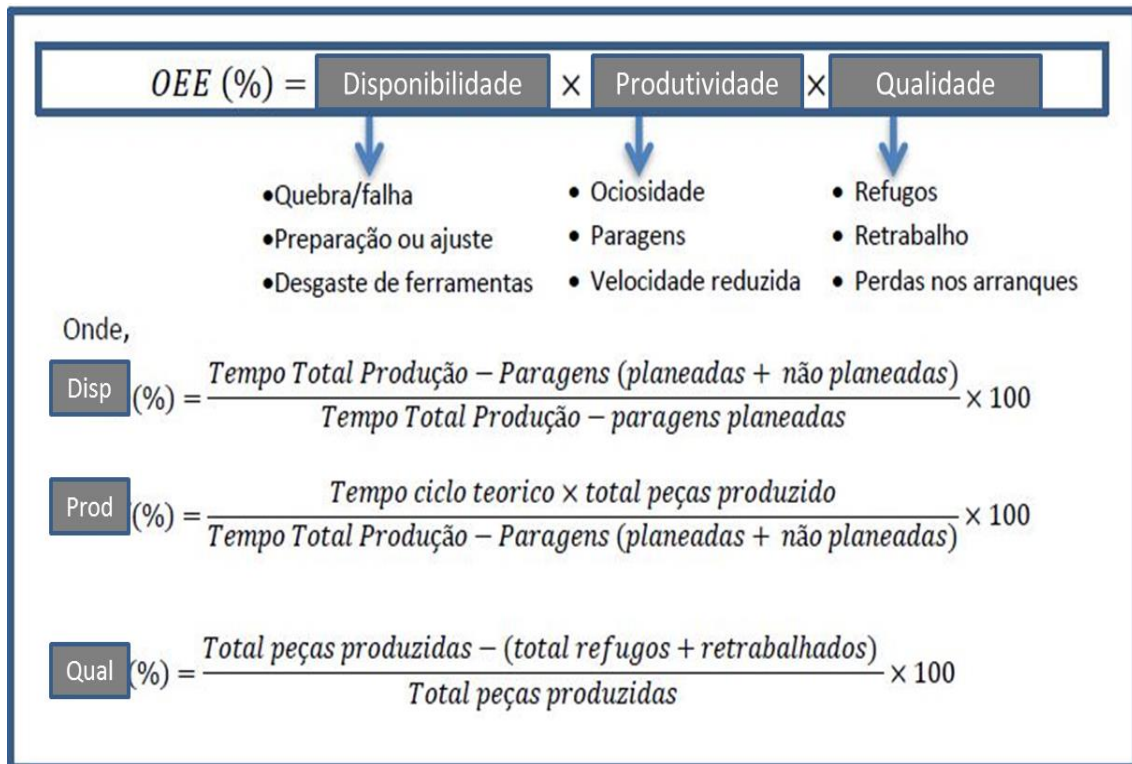


Figura 4 - Cálculo do OEE (Adaptado de Moraes, 2004, citado por (Tavares, 2012))

O *OEE* é, então, uma métrica que identifica a percentagem de tempo de produção planeada que é verdadeiramente produtiva; o indicador foi criado para apoiar as iniciativas de *TPM*, seguindo com precisão o progresso no sentido de alcançar a "produção perfeita" (Vorne, 2010).

Fazendo uma análise a partir dos dados da Figura 5, pode referir-se que o valor de 100% para o *OEE* é a chamada produção perfeita, em que se produzem apenas peças conformes, tão rápido quanto possível e sem tempos de inatividade. Já para o valor de 85%, pode considerar-se que este corresponde a um resultado de classe mundial; para muitas organizações este valor é visto como um objetivo a longo-prazo. O valor de 60% é tipicamente o valor comum mais registado, contudo indica que há espaço para várias melhorias, nomeadamente no próprio valor do indicador.

Por fim, o valor de 40% não é totalmente anormal para organizações que estão apenas a começar a medir e a melhorar o seu desempenho industrial. Trata-se naturalmente de um resultado baixo e, na maior parte dos casos, pode facilmente ser melhorado, através de medidas que se destinem à diminuição dos tempos de paragem dos equipamentos.



Figura 5 - Comparação de padrões de OEE (Vorne, 2010)

Estas comparações de valores do OEE são excelentes ferramentas para a gestão, o que já não acontece para os operadores da produção, uma vez que para estes o indicador pode ser um pouco abstrato. O desempenho produtivo tende a ser melhor quando, aos operadores, são dados objetivos em tempo real, facilmente interpretáveis e altamente motivacionais. Exemplo disto é a métrica TAED: (Vorne, 2010)

- **Target (meta):** uma meta de produção em tempo real conduzida pela taxa planeada de produção;
- **Atual:** a produção real é a mais importante;
- **Eficiência:** a proporção da meta para o real (quão à frente ou atrás está a produção em termos percentuais);
- **Downtime (tempo inativo):** tempo inativo acumulado para as mudanças necessárias atualizado em tempo real (mantém um forte foco numa área de melhoria chave).

II.2.3. Os oito pilares do TPM

O modelo tradicional do TPM assenta em oito atividades de suporte (também designadas por pilares) e tem como base atividades de 5S para auxiliar na correta implementação da ferramenta (Vorne, 2010).

As atividades base do modelo tradicional do TPM são as atividades de 5S, que em inglês significam (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize e Sustain*).

- *Sort* – eliminar o que não é necessário no local de trabalho;
- *Set in Order* – organizar a área de trabalho restante;

- *Shine* – limpar e inspecionar a área de trabalho;
- *Standardize* – criar padrões para manter as três atividades acima;
- *Sustain* – assegurar que os padrões são corretamente desempenhados.

As atividades de 5S criam, então, a base para o modelo tradicional do *TPM* (Figura 6), uma vez que num ambiente de trabalho limpo e bem organizado, as ferramentas e as peças são mais fáceis de encontrar, sendo também muito mais fácil identificar possíveis questões de emergência como fugas de líquidos, derrames de materiais, entre outros problemas (Vorne, 2010).



Figura 6 - Demonstração dos oito pilares do *TPM* (adaptado de Vorne, 2010)

De seguida apresentam-se algumas melhorias que podem ser atingidas tanto com os 5S como com o *TPM* (PDCA - Consultoria em Qualidade, 2012).

Combate às perdas

- 5S combate através de uma melhor consciencialização;
- *TPM* combate também através de estudos técnicos;

Zelo/cuidado pelos equipamentos

- 5S tem uma visão mais estética;
- *TPM* tem uma preocupação mais funcional;

Padronização

- 5S tem uma visão mais estética;

- *TPM* tenta padronizar também as atividades de operação e manutenção;

Higiene

- *5S* tem uma preocupação mais voltada para o bem-estar em todos os ambientes;
- *TPM* tem uma preocupação com redução de perdas de produto e contaminação do meio ambiente pelos equipamentos.

Usualmente, as atividades de *5S* são conduzidas por toda a organização com o objetivo de melhorar o nível comportamental das pessoas (PDCA - Consultoria em Qualidade, 2012). Apesar destas atividades trazerem resultados positivos aos equipamentos, não faz parte dos *5S* aumentar o nível de aptidão profissional do operador, mas sim aumentar o seu nível de consciência. Com os *5S* o operador é orientado primordialmente para manter os equipamentos limpos e cuidar melhor deles. Mesmo em organizações onde os *5S* estejam já numa fase avançada, é normal encontrarem-se alguns erros nos equipamentos durante a limpeza, justamente porque a amplitude de ações e responsabilidades do operador para com a manutenção autônoma é maior do que para com os *5S*. É bem verdade que os *5S* promovem uma base física (nos equipamentos, ferramentas, instrumentos) e comportamental, que facilita bastante a introdução da eficiência da manutenção autônoma. Pode, então, afirmar-se que a manutenção autônoma é os *5S* do equipamento mais a habilidade que o operador passa a ter para prevenir, medir e descobrir a deterioração no seu estado inicial.

Concluindo, os *5S* é um processo educacional, enquanto o *TPM* tem uma abrangência mais ampla e técnica (PDCA - Consultoria em Qualidade, 2012).

Depois de perceber a importância das atividades de *5S*, importa agora perceber a relevância e o âmbito de ação de cada um dos pilares *TPM*. Estes são maioritariamente focados em técnicas proativas e preventivas para melhorar a fiabilidade dos equipamentos. Os oito pilares do *TPM* contemplam os seguintes aspetos (Vorne, 2010):

- **Manutenção autônoma** – primeiro pilar do *TPM* em que são atribuídas responsabilidades aos operadores em operações de limpeza, lubrificação e inspeção. A manutenção autônoma pretende dar aos operadores um maior sentimento de “posse” dos equipamentos, aumentar o conhecimento dos operadores relativamente aos seus equipamentos e ainda assegurar que as atividades acima referidas são efetuadas corretamente e frequentemente. Com este pilar pretende-se ainda libertar o pessoal da manutenção para tarefas de nível superior, isto é, que requeiram um trabalho mais intensivo e contínuo como, por exemplo, projetos de melhoria;
- **Manutenção planeada** – este pilar diz respeito diretamente à manutenção preventiva em que são definidas tarefas de manutenção calendarizadas com base em previsões e/ou em

taxas de falhas medidas. Este tipo de atividades pretende reduzir significativamente os tempos de inatividade não planeados, permitindo também uma manutenção para ocasiões em que o equipamento não está programado para produção (importante comunicação entre produção-manutenção). É possível ainda com o planeamento reduzir o inventário da manutenção através de um melhor controlo de peças sujeitas a desgaste e a falhas;

- **Manutenção da qualidade** – projeto de deteção e prevenção de erros em processos de produção. Nestas atividades devem-se aplicar análises de causa raiz para eliminar fontes recorrentes de defeitos de qualidade. Este tipo de manutenção visa diretamente as questões relacionadas com qualidade, projetos de melhoria focados na eliminação de fontes de raiz de defeitos e pretende, desta forma, reduzir o número de defeitos na produção;
- **Melhoria focada** – criar pequenos grupos de trabalhadores que juntos, e de uma forma proactiva, se esforcem para alcançar melhorias regulares e incrementais nas operações dos equipamentos. Assim pretendem-se identificar problemas recorrentes e resolvê-los através da atuação de equipas multifuncionais, combinando, desta forma, o talento coletivo de uma organização para criar um mecanismo de melhoria contínua;
- **Gestão antecipada de equipamentos** - neste pilar pretende-se direcionar o conhecimento prático e a compreensão da montagem/adaptação dos equipamentos obtidos através do *TPM* no sentido de melhorar o desempenho de novos equipamentos. Isto possibilita a que novos equipamentos alcancem níveis de desempenho superior mais rapidamente, devido ao menor número de problemas de inicialização e permite ainda que a manutenção seja mais simples e mais robusta devido à avaliação prática e ao envolvimento dos operadores (produção e manutenção) antes da instalação dos equipamentos;
- **Formação contínua** – aqui pretende-se preencher as lacunas de conhecimento necessárias para atingir os objetivos do *TPM*. A formação aplica-se aos operadores, ao pessoal da manutenção e também à administração. Com a formação contínua é possível que os operadores desenvolvam capacidades para, frequentemente, manterem os equipamentos da melhor forma e identificarem problemas emergentes. O pessoal da manutenção também se forma com novas técnicas para manutenção proativa e preventiva e os gestores treinados no *TPM* podem manter e atualizar os seus conhecimentos, bem como assessorar no desenvolvimento dos colaboradores (dando-lhes formação);
- **Segurança, saúde e ambiente** – este pilar é também ele importante na medida em que permite manter um ambiente de trabalho seguro e visualmente agradável. Tipicamente são eliminados riscos potenciais de saúde e segurança, resultando assim, idealmente, num ambiente de trabalho livre de acidentes;

- **TPM na administração** – alargar os benefícios do *TPM* a funções administrativas, nomeadamente abordando resíduos nestas funções. É possível ainda ajudar a produção através de operações administrativas melhoradas (processamento de pedidos, *procurement*¹⁰).

II.2.4. As seis grandes perdas (*six big losses*)

Como vimos anteriormente, o *OEE* é um indicador de excelência e unanimemente usado para medir a eficiência da implementação do *TPM*. O *OEE* é, como foi referido, função da disponibilidade, produtividade e taxa de qualidade; atualmente, estas três dimensões são medidas das perdas dos equipamentos (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005). Uma vez que um dos maiores objetivos do *TPM* é melhorar o indicador *OEE*, segundo Nakajima (1998) citado por (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005) são seis as grandes perdas que a ferramenta pretende eliminar e que podem ser vistas em detalhe no Quadro 2.

Da análise do Quadro 2 pode concluir-se que, de facto, “o equipamento é o foco do *TPM*” (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999, p. 318). As seis grandes são aquelas que o *TPM* visa eliminar e que pretendem, como objetivo final, aumentar a eficiência dos equipamentos para o seu nível mais alto e conseguir manter este registo (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999).

¹⁰ *Procurement* – processo de pesquisa e contacto com fornecedores.

Perdas	OEE - Categoria	Exemplos	Comentários
Avárias	Tempo de inatividade ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> Falhas crónicas/espóricas Mudanças em ferramentas, métodos de trabalho e estado de equipamento 	Levam a um declínio da produção e também à ocorrência de defeitos no produto final
Setup e ajustamentos	Tempo de inatividade	<ul style="list-style-type: none"> Alteração de produtos finais Ajustamentos nas características dos equipamentos Preparação do equipamento para o novo produto final 	A perda pelo tempo de <i>setup</i> é devida à troca de produtos finais nos equipamentos. Tipicamente esta perda pode ser atenuada com tarefas de <i>SMED</i> ¹² (<i>Single Minute Exchange of Die</i>)
Pequenas paragens	Perda de velocidade ¹³	<ul style="list-style-type: none"> Congestionamentos Pequenos ajustamentos Mau funcionamento do equipamento 	Ocorrem quando a produção é interrompida por algum mau funcionamento
Operação lenta	Perda de velocidade	<ul style="list-style-type: none"> Parâmetros mal definidos Desgaste do equipamento Erros na definição da velocidade de operação 	Perdas devidas ao funcionamento lento do equipamento (abaixo do esperado)
Arranque do Equipamento	Perda de qualidade	<ul style="list-style-type: none"> Artigos não conformes Necessidade de “retrabalho” 	Ocorrem devido a problemas no arranque do equipamento (tipicamente depois de longas paragens, férias)
Defeitos / “Rework”	Perda de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> Artigos não conformes Necessidade de “retrabalho” 	Necessidade de reproduzir artigos que saem “não-conformes”

Quadro 2 - As seis grandes perdas combatidas pelo TPM (Nakajima, 1988, adaptado de (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005))

¹¹ No Quadro 2, os tempos de inatividade correspondem ao elemento disponibilidade que surge no cálculo do OEE (Figura 4).

¹² *SMED* – técnica que permite facilitar o processo de *setup* dos equipamentos. Um exemplo que permite perceber facilmente a lógica da técnica é o seguinte: uma pessoa demora cerca de 10 minutos para retirar um pneu do seu carro; no entanto, em competições de fórmula 1, os quatro pneus do automóvel são retirados em cerca de 30 segundos.

¹³ No Quadro 2, as perdas de velocidade referem-se a perdas de produtividade (parâmetro que surge no cálculo do OEE, Figura 4).

II.2.5. Fases e dificuldades de implementação do TPM

Para se implementar corretamente a ferramenta, é importante seguir um plano que auxilie nessa mesma implementação. Não havendo uma única possibilidade para a correta implementação do TPM, o autor Nakajima (1988) citado por (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 1999) sugere as seguintes 12 fases:

1. Anunciar à gestão de topo a decisão de introduzir o TPM (colocar toda a organização familiarizada com o novo projeto, começando pelo topo da estrutura hierárquica organizacional);
2. Criar uma campanha educacional para introduzir o TPM (mostrando as vantagens da ferramenta e principais objetivos);
3. Criar grupos de trabalho que promovam o TPM (passando a mensagem a todos os membros da organização);
4. Estabelecer políticas base de TPM (identificar claramente aquilo que deve ser realizado por todos para o sucesso do novo projeto de implementação);
5. Formular um “Plano-Mestre” para o desenvolvimento do TPM (calendarizar as várias tarefas necessárias);
6. Dar o chamado “pontapé de saída” (iniciar o programa TPM propriamente dito);
7. Melhorar a eficiência de cada parte do equipamento (colocar o foco no equipamento, tentando sempre melhorá-lo);
8. Desenvolver um plano de manutenção autónoma (sendo este um dos mais importantes pilares do TPM);
9. Desenvolver um programa de manutenção planeada para o departamento de manutenção (prevenir em vez de corrigir);
10. Dar formação contínua para melhorar as capacidades das operações de manutenção (manter a produção focada com o TPM);
11. Desenvolver programas de gestão efetivos (fazer com que o TPM se mantenha na cultura da organização de forma definitiva e não apenas temporariamente);
12. Aperfeiçoar a implementação do TPM (transmitir um espírito *kaizen*¹⁴ ao projeto, ou seja, de melhoria contínua).

¹⁴ *Kaizen* – espírito, mentalidade, de melhoria contínua.

O *TPM* é, como já foi visto anteriormente, uma iniciativa de gestão (no caso, da manutenção) que tem sido largamente abraçada pela indústria (Gosavi, 2006). É altamente vantajoso para as organizações que se lançam na implementação da ferramenta que adotem estratégias que permitam alcançar bons resultados, uma vez que os tempos de inatividade dos equipamentos tendem a que se criem *stocks* de segurança extra e a que aumentem os custos de inventário (Askin & Goldberg, 2002) citados por (Gosavi, 2006).

Tipicamente, o sucesso de um programa *TPM* está diretamente ligado à forma de gestão dos colaboradores envolvidos no programa, uma vez que o grande foco está no operador (para além dos equipamentos) (Rodrigues & Hatakeyama, 2006). Mas, como é sabido, por vezes o mais difícil de mudar numa organização é a sua cultura/mentalidade e muitas vezes verifica-se uma forte resistência à mudança.

Segundo Rodrigues & Hatakeyama (2006), podem ser enunciados os seguintes fatores de insucesso (dificuldades) associados à implementação do *TPM*:

- Aumento do ritmo de produção diário mantendo a mesma equipa de produção;
- Falta de tempo para a manutenção autónoma;
- Um operador ser responsável por mais do que um equipamento;
- *Stress* no trabalho;
- Os operadores terem a ideia de que a sua função é produzir e não a de realizar manutenção;
- Implementar o *TPM* de uma forma rápida, ultrapassando alguns passos importantes;
- Falta de formação aos operadores (quer nas funções técnicas, quer nas questões comportamentais);
- Falta de seguimento do progresso do programa e da sua avaliação;
- Objetivos que não estão a ser atingidos e que são “deixados para trás”;
- Falta de conhecimento dos operadores relativamente à evolução do programa *TPM*;
- Falta de compromisso imediato por parte da gestão média-alta;
- Mudanças na estrutura hierárquica;
- Redução de custos sem critérios definidos e explicados aos operadores.

Um aspeto muito importante e que pode ser fortemente apontado como uma dificuldade na implementação do *TPM*, é o facto de os operadores acumularem excesso de trabalho e de funções (Rodrigues & Hatakeyama, 2006). É importante perceber-se que não são apenas os equipamentos que se esgotam; os operadores podem sentir-se pressionados por acumularem funções e por terem de se tornar mais polivalentes. É necessária uma forte sensibilidade comportamental no início da implementação e mostrar à produção que apenas se espera dela a realização de algumas tarefas de

manutenção, sendo que assim podem adquirir um maior conhecimento e respeito pelo seu local de trabalho (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

Todas estas dificuldades mostram o porquê da possibilidade do insucesso de alguns programas *TPM*, uma vez que estes implicam, basicamente, uma mudança de atitudes e de visão das necessidades e da metodologia de gestão da manutenção industrial (Bartz, Siluk, & Bartz, 2012). Sabe-se que a mudança de mentalidades é um aspeto difícil de alcançar numa organização, uma vez que há uma forte tendência para o comodismo e uma difícil aceitação da mudança, acreditando-se muitas vezes que os ganhos obtidos através do *TPM* são pouco significativos.

Segundo Ahuja & Khamba (2008), citados por (Bartz, Siluk, & Bartz, 2012), apenas 10% das organizações que efetivamente tentam implementar o *TPM* obtêm sucesso nos seus programas. Para além dos fatores críticos já referidos acima, acontecem muitas vezes questões como implementações parciais do *TPM*, expectativas muito otimistas, falta de rotinas bem definidas para alcançar os objetivos pretendidos e ainda falta de comunicação organizacional. McAdam & Duffner (1996) citados por (Bartz, Siluk, & Bartz, 2012), referem também que um grande fator de fracasso é a falta de entendimento dos operadores sobre o programa *TPM*. Os autores referem que, muitas vezes, os operadores pensam que o *TPM* é implementado apenas para melhorar a eficiência dos equipamentos e não aceitam o aumento de responsabilidade que devem assumir; sentem também que as atividades de manutenção autónoma podem ameaçar o emprego de colegas de trabalho (Bartz, Siluk, & Bartz, 2012).

Depois de referidos vários aspetos do *TPM*, desde a ferramenta propriamente dita, aos objetivos que visa atingir, ao indicador que mede a eficiência (*OEE*), às seis grandes perdas que o *TPM* pretende eliminar e às fases e dificuldades de implementação do *TPM*, é importante reter alguns aspetos.

Foi na década de 70, no Japão, que surgiu o *TPM* como uma forma diferente, mais eficiente, de gerir a manutenção uma vez que visava, sobretudo, uma maior eficiência em termos de custos operacionais. Começando por ser implementada na indústria automóvel (*Toyota Group*), a ferramenta está já a ser usada e implementada em áreas muito diferentes desde as áreas alimentares, ao têxtil e/ou ao setor dos serviços. Como já foi referido, está provado que, quando implementada corretamente, a ferramenta traz inúmeras vantagens às organizações, nomeadamente ao nível de um melhor desempenho industrial global.

Com uma forte matriz comportamental, é importante que a gestão de topo se mostre sensível e capaz de “contornar” alguns problemas iniciais sentidos, uma vez que o *TPM* pode ser visto, muitas vezes, como uma não necessidade por parte de alguns colaboradores. Toda a organização deve estar ciente e informada do que se pretende com o novo programa e até mesmo

dar ideias/sugestões de como melhorar situações encontradas. Numa fase inicial, devem ser ouvidos todos os intervenientes (com especial ênfase para a produção, pois é ela que diariamente lida com os equipamentos) para que se possam apontar problemas sentidos e dificuldades, e se encontrem, em conjunto, soluções para fazer face a estas mesmas dificuldades.

Apesar de ser importante criar um “Plano-Mestre *TPM*”, o mesmo deve ser flexível a alterações necessárias durante a implementação, sabendo-se de ante mão que não há apenas uma única forma de implementar o programa. Cada organização deve ser crítica e saber, perante os seus colaboradores, a abordagem que necessita de fazer para que todos eles se dediquem convenientemente ao *TPM*. É importante mostrar que não se pretende atribuir mais funções à produção e retirar funções/responsabilidades aos operadores da manutenção, até porque não é de todo este o objetivo. Pretende-se apenas que os operadores da produção adquiram um maior *empowerment* e não estejam tão dependentes da manutenção para tarefas consideradas simples e que não requerem demasiados conhecimentos técnicos para serem resolvidas.

II.3. *TPS – Toyota Production System*

O *TPS* é uma estratégia de produção desenvolvida pela *Toyota Motor Corporation*, no Japão, e que se foca na eliminação de desperdícios do processo de fabrico; o *TPS* é ainda o “pai” da filosofia *Lean* (Vorne, 2010).

O pioneiro no desenvolvimento do *TPS* foi, primeiramente e nos anos 40, *Taiichi Ohno* sendo que mais tarde, foi seguido por Shigeo Shingo (Pinto, 2009). Este novo sistema foi concebido para dar as soluções e as ferramentas para que as pessoas que nele trabalham possam aprimorar e aperfeiçoar continuamente o seu desempenho operacional.

Ainda assim, o *TPS* é muito mais “do que um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, é uma cultura” (Pinto, 2009, p. 24). Este sistema foca-se e apoia-se muito nas pessoas; as organizações dependem das pessoas para referenciar os problemas encontrados, reduzir custos e aumentar o desempenho dos seus processos. Desta forma, uma vez que é dada uma grande influência e importância ao capital humano, as pessoas mostram ter um grande sentimento de pertença e uma enorme preocupação em resolver possíveis situações indesejadas no seio de uma organização. Esta valorização individual de cada colaborador faz ainda com que este se sinta mais poderoso na organização e faz também com que se torne mais autónomo.

Naturalmente que quando surge um novo sistema de produção que quebra alguns paradigmas existentes anteriormente nos processos produtivos das grandes indústrias, os resultados positivos não são imediatamente alcançados. Como foi referido, o *TPS* foi inicialmente desenvolvido na década de 40 e precisou de cerca de 50 anos de aprimoramentos e

aperfeiçoamentos; o grande sucesso deste sistema assenta na sua incrível consistência em termos de desempenho (resultante da excelência operacional conquistada ao longo das tais cinco décadas de desenvolvimento).

São várias as ferramentas e soluções que compõem o *TPS* mas, ainda assim, deve-se pensar que “as ferramentas e as soluções não são a arma secreta para transformar um negócio em sucesso” (Pinto, 2009, p. 24). O sucesso da *Toyota Motor Corporation (TMC)*, criadora deste novo sistema de produção, resulta da aplicação e implementação continuada destas ferramentas e soluções e de um intenso conhecimento das pessoas e das várias técnicas de motivação.

II.3.1. Os 14 princípios de gestão da Toyota

De acordo com Liker (2004) e Liker et al., (2005) (citados por Pinto, 2009, p. 25), o *TPS* contempla 14 princípios de gestão da Toyota:

1. Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros de curto prazo;
2. Criar processos/fluxos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
3. Usar o sistema *pull*¹⁵ para evitar excessos de produção;
4. Nivelar a carga de trabalho;
5. Criar o hábito de interromper os processos para resolver os problemas;
6. Uniformização à base da melhoria contínua e do *empowerment* das pessoas;
7. Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam;
8. Usar apenas tecnologia fiável e já testada, que suporte as pessoas e os processos;
9. Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros;
10. Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da empresa;
11. Respeitar e estender isto à rede de parceiros (incluindo fornecedores), desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
12. “Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação”;
13. Tomar decisões consensuais – considerando todas as opiniões; implementar as decisões rapidamente;
14. Fomentar a criação de uma *learning organization*¹⁶ através da reflexão segura e da melhoria contínua.

¹⁵ Sistema *pull* – sistema de produção que apareceu com a filosofia *Lean*, em que se produz o necessário, quando necessário.

¹⁶ *Learning organization* – expressão que pretende mostrar uma organização voltada para a aprendizagem e formação contínua.

Os primeiros a implementar este sistema de produção nos Estados Unidos encontram-se no setor automóvel, com a *General Motors' New United Motor Manufacturing Inc. (NUMMI)* e ainda a *joint venture* entre a *Ford* e a *Mazda* em 1980; contudo estes casos de implementação não trouxeram ganhos evidentes na produtividade em comparação com os seus rivais Japoneses (Bergenwall, Chen, & White, 2012). Isto apesar de a *General Motors*, a *Ford* e a *Chrysler*, que têm vindo a tentar adotar e a implementar estas práticas japonesas, terem feito avanços substanciais para reduzir o *gap* de produtividade entre eles e os seus homólogos japoneses (Cable, 2009) (citado por (Bergenwall, Chen, & White, 2012). Este *gap* de produtividade deve-se, principalmente, a questões relacionadas com a falência das organizações, quedas na procura, custos operacionais elevados e ainda excesso de produção (Bergenwall, Chen, & White, 2012)

II.3.2. Os princípios do TPS

Os princípios do *TPS* assentam em duas características de organização: no projeto de trabalho estrutural e numa abordagem sistemática para a resolução de problemas (Jayaram, Das, & Nicolae, 2010). O projeto de trabalho estrutural facilita a identificação antecipada de um problema; este princípio requer que cada atividade envie os seus produtos para as secções seguintes diretamente, usando instruções claras e precisas. Deste modo consegue criar-se uma relação “fornecedor-cliente” entre cada trabalhador e a pessoa designada em fornecer ao operador cada produto/serviço específico. Este primeiro princípio pretende fornecer claramente as informações que determinada função requiere (nomeadamente em referências de peças, necessidades de serviços, etc.) e também fortalecer a relação entre toda a linha de produção/montagem de um determinado produto. Se, por exemplo, um operador terminar a sua tarefa no posto de trabalho, e verificar que a pessoa ou o equipamento seguinte não está disponível, pode indicar um problema e requerer que toda a linha seja redesenhada. Depois de percebido todo o sistema, os problemas são resolvidos através de um procedimento cuidadoso e minucioso que assenta no segundo princípio do *TPS* – abordagem sistemática para a resolução de problemas. Não são encorajadas ações aleatórias, isoladas ou individuais para com os operadores, apesar de se esperar que estes desenvolvam ações de melhoria dos seus próprios postos de trabalho; estas sugestões e iniciativas são, contudo, tomadas sob a assistência dos supervisores que promovem assim uma relação saudável entre “mestre-aluno”. Assim é possível, com cooperação e colaboração, transformar o conhecimento individual em conhecimento organizacional explícito nos níveis mais baixos da estrutura hierárquica (Jayaram, Das, & Nicolae, 2010).

II.4. Filosofia *Lean Thinking*

A designação *Lean Thinking* (em português, pensamento “magro”) enquanto um conceito de liderança e de gestão empresarial, foi primeiramente referida por *James Womack* e *Daniel Jones* em 1996, na obra dos dois autores com o mesmo nome (Pinto, 2009). Trata-se de uma filosofia de gestão que tem por objetivo a eliminação sistemática de desperdícios e a criação de valor. Os dois autores referem-se ao *Lean Thinking* como o “antídoto para o desperdício” sendo que o desperdício diz respeito a todas as atividades que não acrescentem valor.

Esta filosofia, sendo essencialmente de gestão e de processos, alcançou uma enorme reputação mundial, havendo casos de aplicação do *Lean* em todas as áreas de atividade económica, desde organizações com fins lucrativos ao setor público, sendo possível encontrar aplicações *Lean* em organizações não-governamentais e sem fins lucrativos.

Houve uma evolução da filosofia desde os seus primórdios (década de 90), muito devido aos percursos do *Lean* e às empresas que serviram de referência e foram implementando a filosofia nos mais diversos setores de atividade.

O *Lean Thinking* tem a sua origem, como já foi referido, no sistema de produção da *Toyota* (TPS) criado por Taiichi Ohno em 1988, que foi inicialmente aplicado no setor da indústria automóvel (Pinto, 2009).

A filosofia *Lean* apoia-se num conjunto de ferramentas que são utilizadas em diversas áreas de uma organização, sendo de destacar: (Melton, 2005)

- *Kanban* – sinal visual que permite suportar o fluxo de trabalho puxando o produto através da linha de produção conforme necessário;
- *5S* – ajuda visual e de organização que permite manter da melhor forma o espaço de trabalho;
- *TPM* – ferramenta base deste projeto e que permite uma maior ligação entre produção e manutenção;
- Gestão visual – método de medir o desempenho de uma linha de produção disponível para os operadores consultarem a qualquer altura;
- *SMED* – técnica que permite reduzir o tempo de *setup* dos equipamentos.

II.4.1. Os princípios do *Lean Thinking*

Os autores criadores desta filosofia (Womack & Jones, 1996) identificaram cinco princípios do *Lean Thinking*: (Pinto, 2009)

- I. **Criar valor** – é importante definir valores e não apenas o valor; isto porque uma organização não se deve limitar a satisfazer apenas o seu cliente sob pena de não ter um futuro muito próspero. Com esta nova abordagem de direcionar valores para todas as partes interessadas (colaboradores, acionistas, sociedade), muitas das atividades que anteriormente eram classificadas como desperdício são agora classificadas como valor acrescentado. Exemplos disto são empresas que apostam em formação contínua para os seus colaboradores e mostram ter responsabilidades sociais para criar valor para todas as partes.
- II. **Definir a cadeia de valor** - a organização necessita de satisfazer simultaneamente todos os *stakeholders*, entregando-lhes valor, daí ser natural definir para cada parte interessada a respetiva cadeia de valor. Nenhuma se deverá sobrepor às demais e a empresa deverá, sempre que possível, procurar o equilíbrio de interesses;
- III. **Otimizar o fluxo** – procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fluxos de materiais, de pessoas, de capital e de informação.
- IV. **Sistema pull** – este sistema *pull* aparece em oposição ao anterior sistema *push*¹⁷ em que se produzia sempre para *stock*. No sistema *pull* apenas se produz o necessário, quando necessário. É uma ótica de *just-in-time* ao invés de *just-in-case*.
- V. **Perfeição** – saber que os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução. Deve ser incentivada a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente as necessidades e expectativas do cliente e procurando ser rápido, permitindo assim às organizações melhorar constantemente.

II.4.2. Lean Production/Lean Manufacturing

As empresas de produção encontram-se atualmente em intensa competição para conseguirem oferecer produtos com a melhor qualidade a um preço razoável e com o mínimo *lead time* (Dombrowski, Mielke, & Engel, Knowledge Management in Lean Production Systems, 2012). É frequente realizarem-se ações de comparação em que a superioridade da produção Japonesa é claramente notória, nomeadamente a do grupo *Toyota* (Dombrowski, Mielke, & Engel, Knowledge Management in Lean Production Systems, 2012).

¹⁷ Sistema *push* – sistema de produção com uma ótica de produzir para encomenda, ao contrário do sistema *pull*.

O *Lean Production* ou *Lean Manufacturing*, pode ser entendido como uma derivação do *Lean Thinking*, uma vez que derivam da filosofia *Lean* diretamente para a produção. O *Lean Production* é um conceito em que toda a produção opera em conjunto para eliminar os desperdícios gerados (Meyers & Stewart, 2002). Pode ser ainda definido como um método para melhorar os processos industriais e administrativos (C. J. van Ede, 2006). O princípio fundamental do *Lean Production* é criar o fluxo ideal de produção (sem defeitos e, preferencialmente, sem *stocks* intermédios) (C. J. van Ede, 2006). A origem da filosofia está no Japão, que possui uma palavra para desperdício (*muda*) e que tem sido o foco de muito interesse em todo o mundo (Meyers & Stewart, 2002). Esta filosofia dá uma relevância muito forte aos operadores, pois são eles que estão diariamente nos seus locais de trabalho e que, por isso mesmo, são quem melhor pode encontrar formas de reduzir os desperdícios gerados (Meyers & Stewart, 2002). O objetivo deve passar, então, por fornecer aos operadores as melhores ferramentas disponíveis para que possam adquirir e manter uma mentalidade de melhoria constante dos processos operacionais (Meyers & Stewart, 2002).

Nos dias de hoje, muitas pessoas envolvidas em processos industriais parecem não ter consciência de que, aquilo que agora é chamado de *Lean Production*, estava na década de 80 nos Estados Unidos em pleno crescimento e tinha a designação de sistema *JIT/TPS* (Schonberger, 2007). A partir da década de 90, foi introduzida esta ligação de conceitos com Womack et al., (1990) através do livro *The Machine that Changed the World* (Schonberger, 2007).

Através da análise do Quadro 3 e da Figura 7 é possível perceber os benefícios de se ser “*Lean*”, que vão desde a diminuição do *lead time* para os clientes, a redução de inventários e a uma melhoria na gestão do conhecimento (Melton, 2005). Esta percepção clara de quais as vantagens da filosofia tornam o *Lean* num conceito muito real e prático, em especial para a produção, uma vez que traz inúmeras vantagens (Melton, 2005).

<u>Características</u>	<u>Produção em massa</u>	<u>Produção Lean</u>
Criador	<i>Henry Ford</i>	<i>Toyota</i>
Pessoas – perfil	Profissionais pouco qualificados	Equipas de trabalhadores multi disciplinares em todos os níveis da organização
Pessoas – produção	Trabalhadores não qualificados ou semi qualificados	Equipas de trabalhadores multi disciplinares em todos os níveis da organização
Equipamentos	Dispendiosos, máquinas pouco versáteis	Sistemas manuais e automáticos capazes de produzir em grande quantidade
Métodos de produção	Produzir volumes elevados de produtos padronizados	Produzir apenas a quantidade que o cliente pediu
Estrutura organizacional	Hierárquica – a gestão assume as responsabilidades	Atribuição de <i>empowerment</i> aos operadores nos níveis mais baixos da organização
Filosofia	Atingir o suficiente (q.b.)	Atingir a perfeição

Quadro 3 - Sistema de produção tradicional vs sistema de produção *Lean* (adaptado de (Melton, 2005))

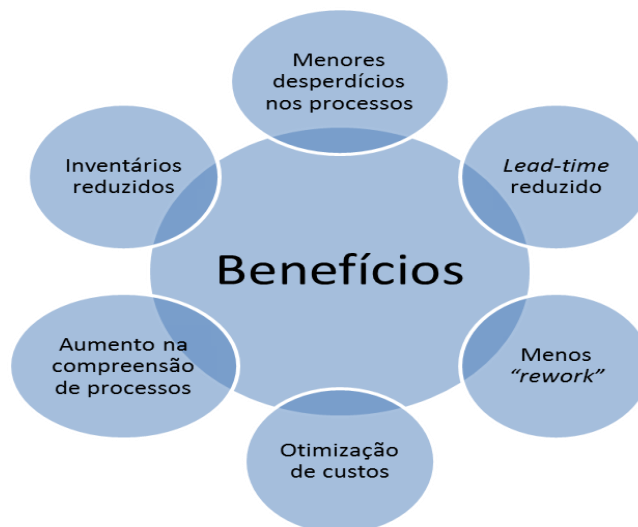


Figura 7 - Benefícios do *Lean Production* (adaptado de (Melton, 2005))

O *Lean Production* foca-se também na eliminação de desperdícios em todas as formas possíveis, incluindo defeitos que requerem *rework* (retrabalho), movimento desnecessário de materiais e de pessoas, tempo de espera, excesso de inventário e excesso de produção (Evans & Lindsay, 2005; Womack et al., 1990; Monden, 1983) citados por (Bakri, Rahim, Yusof, & Ahmad, 2012). Este sistema de produção tem uma abrangência que cobre todos os aspetos das funções de produção, desde o desenvolvimento do produto, ao *procurement* e à distribuição (Womack et al., 1990) citados por (Bakri, Rahim, Yusof, & Ahmad, 2012). Esta filosofia está já hoje implementada em muitas organizações que a adotaram como forma de se manterem competitivas no mercado (Bakri, Rahim, Yusof, & Ahmad, 2012).

No entanto, verificam-se muitas abordagens superficiais em organizações que aplicam o *Lean* apenas no *gemba*¹⁸, não alargando os potenciais benefícios a toda a organização (Pinto, 2009). Em muitas organizações os resultados não são os esperados e tendem a durar pouco tempo efetivo (Liker & Convis, 2012) citados por (Dombrowski & Mielke, *Lean Leadership fundamental principles and their application*, 2013). Frequentemente, os gestores focam-se nos métodos de implementação do *Lean* mas estes são apenas a parte visível; o fator chave do sucesso sustentável está presente nos operadores (Dombrowski & Mielke, *Lean Leadership fundamental principles and their application*, 2013). É certo que os métodos e as ferramentas tipicamente usados no âmbito de uma abordagem *Lean* são importantes, mas o sucesso não pode ser alcançado se não se tiver uma clara noção do que é o *Lean* e dos seus princípios base (Dombrowski & Mielke, *Lean Leadership fundamental principles and their application*, 2013).

Resumindo, o *Lean Production* pode ser definido como uma abordagem multi-dimensional que compreende uma variedade de práticas de gestão, incluindo o *just-in-time*, sistemas da qualidade, equipas de trabalho, células de fabrico, gestão de fornecedores, entre outras (tudo combinado num sistema integrado) (Shah & Ward, 2003). O foco deste sistema de produção assenta no facto de que estas práticas permitem cooperar sinergicamente para a produção de produtos finais ao ritmo das encomendas dos clientes e com pequenos ou mesmo nenhuns defeitos (Shah & Ward, 2003).

O *Lean Production* não só desafiou com sucesso as práticas de produção em massa (sistema de produção tradicional, *push*) anteriormente praticadas na indústria automóvel, como também levou a um repensar de uma ampla gama de produção e de operações de serviços para além do ambiente de produção caracterizado por um alto volume repetitivo (Holweg, 2007).

II.4.3. Sistema *push* vs sistema *pull*

O sistema de produção tradicional, que durou mais de um século, implica o cálculo da quantidade de produto acabado que será necessário no futuro (Meyers & Stewart, 2002). Perdas relacionadas com a qualidade e materiais não alocados são calculados, e o número de unidades que tem de ser iniciada para produção é calculado no sistema *push*. O sistema *push* calcula ainda quantas peças são necessárias encomendar para produção, de acordo com o fator económico de quantidades de encomenda. A definição do sistema *push* reside no facto de quando determinado produto é inicializado numa linha de produção/montagem numa determinada fase, é imediatamente enviado para a fase seguinte (quando terminado na fase anterior) sem que seja necessário haver

¹⁸ *Gemba* – também designado por *shop-floor*, ou seja, “chão-de-fábrica”.

uma necessidade real no processo produtivo ou de montagem. Este sistema gera naturalmente elevados desperdícios uma vez que visa a máxima produção, perto sempre do ótimo, sendo que não se adequa com as encomendas dos clientes e, portanto, com a necessidade real de produção. De acordo com a Figura 8 é possível perceber a diferença entre os dois sistemas e verificar quais as principais diferenças entre os dois sistemas de produção.

Já o sistema *pull*, originado pelo *TPS*, tendo como base uma filosofia *just-in-time*, tem por objetivo reduzir o inventário de produtos finais. Os produtos são produzidos individualmente ou a um ritmo que se adequa às necessidades reais dos clientes, daí ser considerado um sistema *pull* (em Português, puxar) (Meyers & Stewart, 2002).

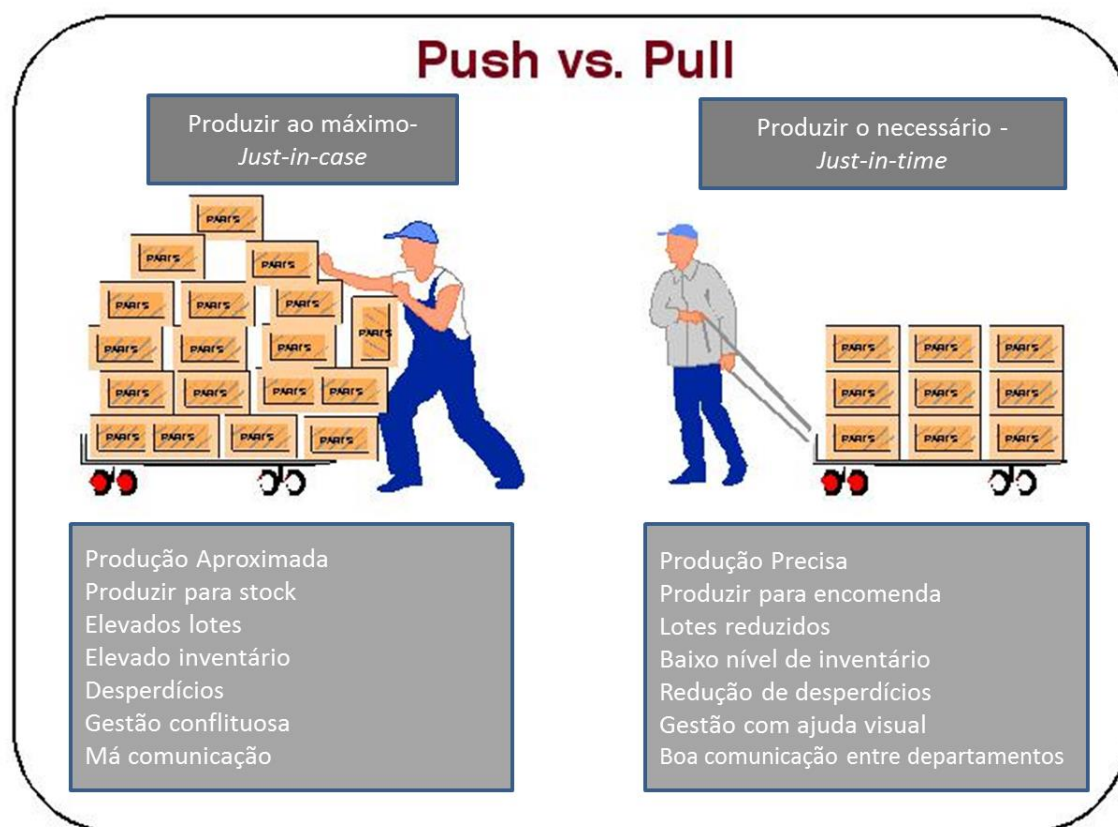


Figura 8 - Sistema *push* vs sistema *pull* (adaptado de (Meyers & Stewart, 2002))

III. UMA NOVA ABORDAGEM À GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM O *TPM* NA TRECAR

Neste capítulo será descrito todo o caso de estudo da implementação do *TPM* na Trecar. É necessário inicializá-lo com uma contextualização, em que será referida a empresa na sua generalidade, estrutura organizacional, gama de produtos e origem. De seguida serão descritos os problemas iniciais, os objetivos práticos pretendidos com o projeto e a metodologia seguida durante o mesmo.

Depois de contextualizado todo o projeto e de se perceber o porquê da necessidade de inserção da ferramenta na empresa, será referido o estado inicial (nomeadamente do indicador *OEE* e dos tempos de paragem dos equipamentos) aquando do início do projeto (outubro de 2013). Ao longo deste capítulo serão descritas também todas as fases seguidas na implementação do *TPM*, bem como aquilo que foi feito como atividades base (*5S*), planos de formação, reuniões de equipa, entre outros aspetos.

No final do capítulo, mostrar-se-ão os resultados obtidos com a inserção da ferramenta, salvaguardando o facto de que algumas das vantagens do *TPM* são visíveis a médio-longo prazo, pelo que, durante a realização do projeto (7 meses), não foi possível vislumbrar e atingir todos os objetivos pretendidos. Ainda assim, será mostrado um quadro resumo com as tarefas de manutenção definidas para a produção, em que se mostra o tempo de paragem no início do projeto e no fim do mesmo.

O projeto teve início no dia 22 de outubro de 2013 e terminou no dia 30 de maio de 2014. Durante os sete meses em que o mesmo decorreu, o grande objetivo foi contribuir para a realização de um projeto com valor para a Trecar, que obviamente precisa de ser continuado mas que teve um bom arranque inicial.

De referir que o projeto de estágio da implementação do *TPM* na Trecar diz apenas respeito a uma unidade de produção da empresa, de entre as quatro existentes na fábrica. Este aspeto será referido em pormenor mais à frente neste relatório.

III.1. O grupo Trèves e a Trecar

O Grupo *Trèves* (Figura 9) é de origem Francesa, com sede em Paris. É um dos mais prestigiados grupos europeus do setor têxtil (Trecar, 2013).

O Grupo conta com cerca de 7500 colaboradores espalhados pelo mundo e 36 fábricas e 14 parceiros, com forte localização nos seguintes países: Portugal, Espanha, Inglaterra, Turquia, Estados Unidos da América, Canadá, Argentina, China, Japão, Brasil, México e Índia. O Grupo está fortemente orientado para o mercado da exportação e é líder numa gama de produtos destinados ao interior do automóvel.



Figura 9 - Logótipo do grupo *Trèves* (Trecar, 2013)

O Grupo *Trèves* apresenta uma gama de produtos de elevada qualidade. Produz insonorizantes para o habitáculo, tapetes de habitáculo, apoios de cabeça, bancos completos convencionais, tapetes da mala, fundo falso da mala, revestimento da bagageira, chapeleira, tecido, painéis de porta, insonorizantes do compartimento do motor, foles de alavanca de velocidades, insonorizantes do habitáculo e ainda foles de alavanca de velocidades (Figura 10).

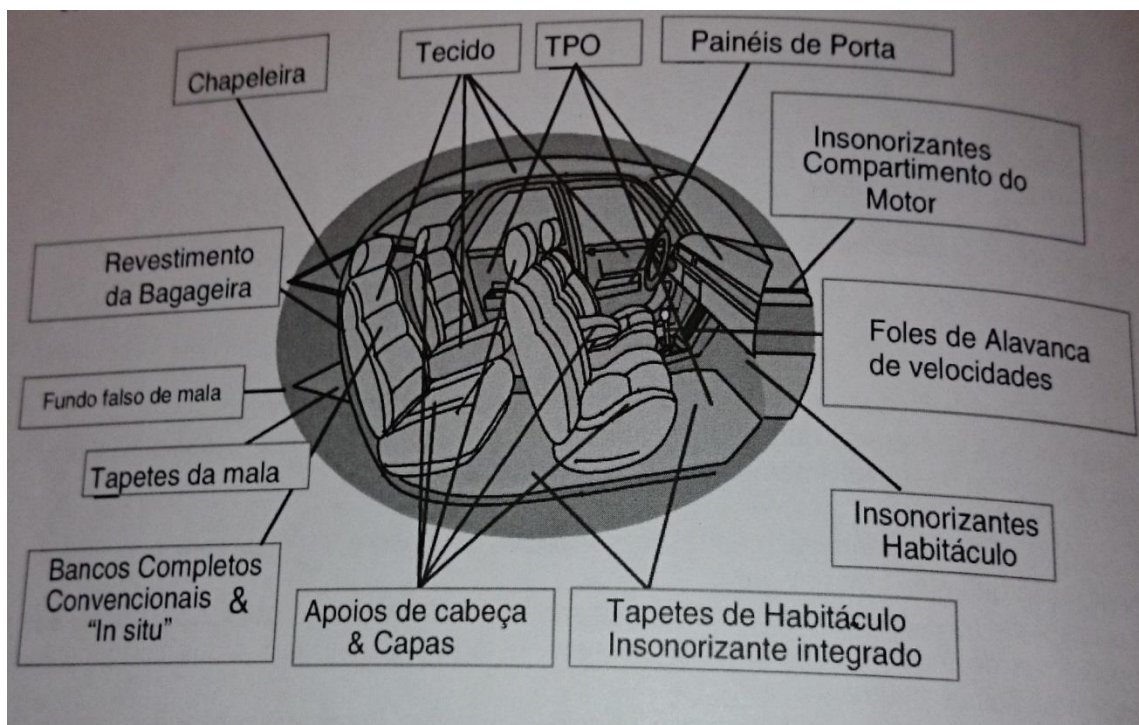


Figura 10 - Gama de produtos do grupo *Trèves*

III.1.1. Apresentação da Trecar

A Trecar (Figura 11) é uma empresa fabricante de toda uma gama de produtos destinados ao interior do automóvel, pertencente ao grupo francês *Trèves*.

Integrada neste setor e consciente das suas exigências, a Trecar tem vindo a organizar-se desde a sua fundação em 1982, quer no que diz respeito aos seus recursos humanos, quer no que respeita a equipamentos e instalações, de forma a dar resposta às exigências dos seus clientes e colaboradores.

A Trecar possui duas unidades industriais em Portugal (Figura 12). A unidade de São João da Madeira que procede à laminagem, corte e costura de tecidos complexos e ainda corte e costura de couro para capas, apoios de cabeça e apoios de braço destinados à indústria. A unidade de Cesar dedica-se à produção de insonorizantes, fundos falsos da mala e chapeleiras, também para a indústria automóvel.

Os produtos que a Trecar comercializa destinam-se quase exclusivamente à exportação, direta ou indiretamente.



Figura 11 - Logótipo da Trecar

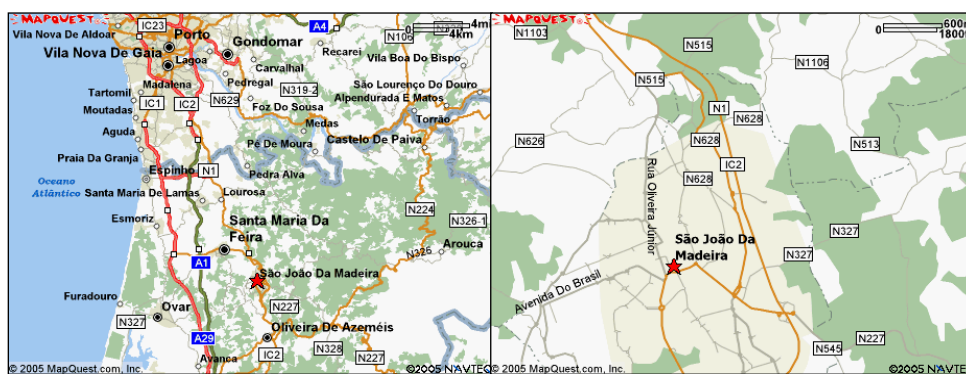


Figura 12 - Localização da Trecar

Certificada através do referencial *ISO TS 16949:2002* e ciente da globalização dos mercados, a empresa adotou como objectivo a satisfação do cliente, apostando numa política de qualidade eficaz, dando prioridade à melhoria contínua e tornando como seu emblema um elevado nível de qualidade. A missão da empresa é “Expandir e fortalecer a penetração da marca no mercado, através da produção e comercialização de produtos e serviços de alta qualidade ao mais baixo custo. Utilizar as nossas competências e desenvolver os nossos colaboradores para assegurar a satisfação do cliente, garantindo a rentabilidade dos investimentos” (Trecar, 2013, p. 3)

O ambiente surge também como um dos compromissos adotados, seguindo a empresa uma política ambiental rigorosa. A empresa não é alheia às questões ambientais, contribuindo diariamente para a melhoria das mesmas através de uma política de melhoria continua. A organização é certificada ambientalmente pela norma *ISO 14001:2004*.

Atualmente a Trecar conta com 245 colaboradores, distribuídos pelas seguintes áreas, conforme ilustra o Quadro 4:

ÁREA	Nº DE COLABORADORES
ASC	130
HAPP (SJM E CESAR)	85
ATA	30
TOTAL	245

Quadro 4 - Distribuição dos colaboradores por área de produção

As áreas ASC, HAPP e ATA constituem as várias unidades de produção da Trecar e têm a seguinte designação:

ASC – atividades de componentes e assentos;

HAPP – habitáculo, acústica e painéis de porta;

ATA – atividades de têxtil e aspeto.

III.1.2. Estrutura departamental e organizacional da Trecar

A estrutura departamental da Trecar é a que está ilustrada na Figura 13, sendo que a Trecar pertence, como já foi referido, ao grupo *Trèves*, e tem como diretor geral um diretor ibérico, isto é, um diretor da Trecar e das fábricas do grupo localizadas em Espanha. Quanto a departamentos, a Trecar possui áreas como a logística, a qualidade, a produção por setor de pavilhão (referida no ponto seguinte), finanças, desenvolvimento, informática, armazém, compras, recursos humanos, manutenção e projetos piloto, onde se inserem os ligados ao *Lean*.

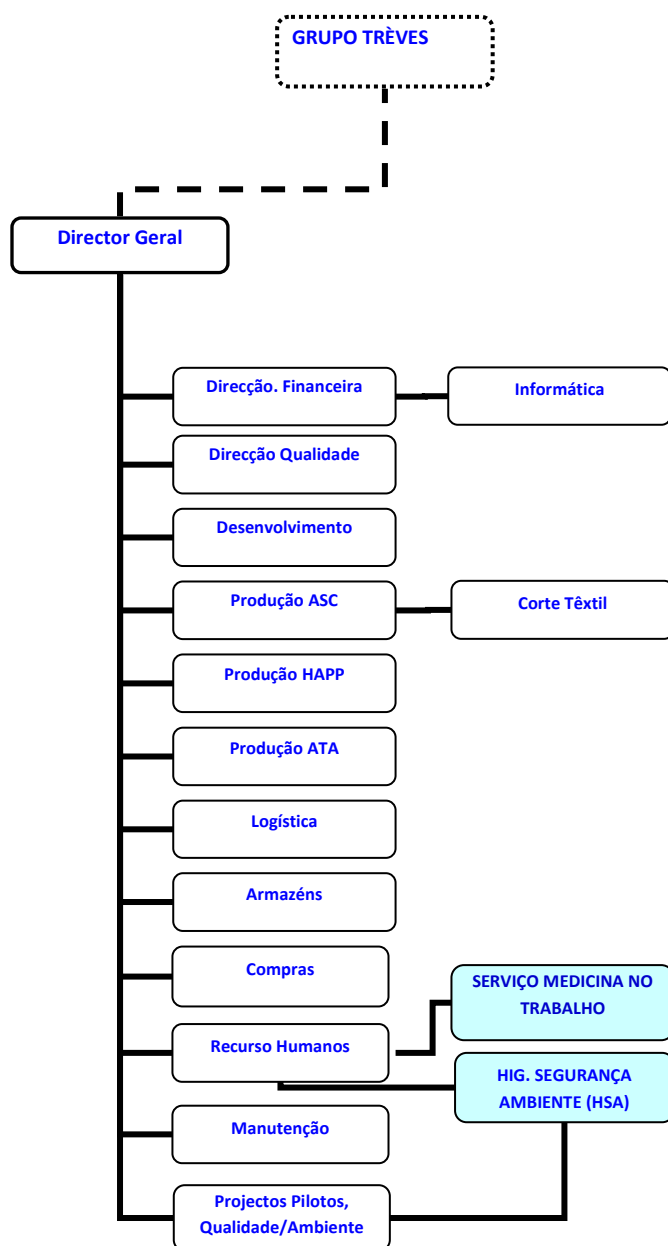


Figura 13 – Estrutura departamental da Trecar

Já a estrutura organizacional apresenta uma divisão por produção, conforme ilustram as Figuras 14 e 15. A fábrica de São João da Madeira está dividida em três pavilhões, tendo três áreas diferentes de produção: HAPP, ASC e ATA. A unidade de Cesar possui apenas um pavilhão que se dedica à produção de artigos para o habitáculo, para a acústica e painéis de porta (HAPP).

A divisão por produto é feita da seguinte forma: a unidade HAPP produz artigos para o habitáculo do automóvel, insonorizantes do compartimento do motor (acústica) e painéis interiores das portas do automóvel. Da unidade ASC fazem parte subunidades de corte de têxtil e de couro e ainda a confeção (máquinas de costura). Desta unidade ASC saem, como produtos finais, bancos de várias formas e materiais, apoios de braço e de cabeça e ainda tapetes para o automóvel. Por fim, a unidade ATA produz artigos que são depois fornecidos para a unidade ASC, não produzindo diretamente um produto final.

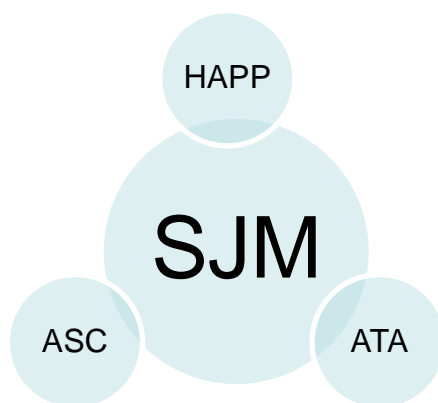


Figura 14 - Divisão da Trecar por produto final (SJM)



Figura 15 - Divisão da Trecar por produto final (Cesar)

Sendo a Trecar uma empresa que produz para o setor automóvel, todos os produtos são utilizados para o interior do mesmo de acordo com a Figura 16.

Os principais clientes da empresa são a *Peugeot*, *Citroen* e *Renault*.

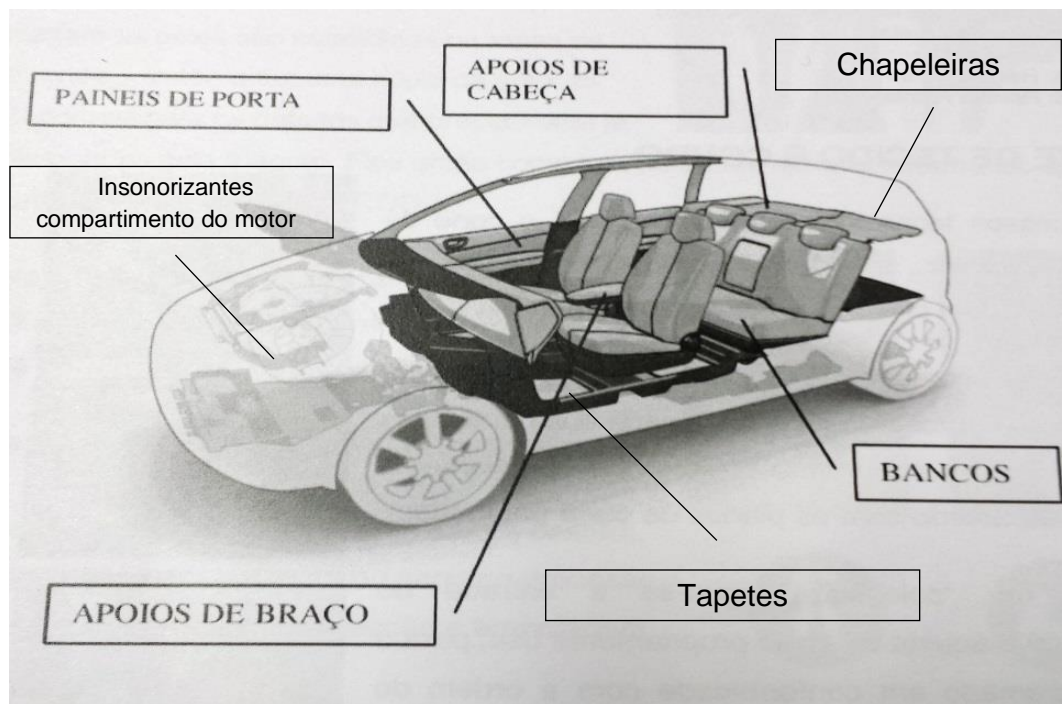


Figura 16 - Gama de produtos Trecar

III.2. Processos produtivos da Trecar

São quatro as unidades produtivas distintas que a Trecar possui, sendo que cada uma delas tem o seu processo produtivo associado e, ainda, em cada unidade de produção há processos produtivos diferentes. Começando pela ATA, a atividade principal do processo produtivo tem a designação de foamização. Já na unidade ASC, que contempla corte de couro e têxtil e confecção, podem ser referidos processos produtivos diferentes, que serão descritos em seguida. Por fim, a unidade HAPP de São João da Madeira tem, no seu processo produtivo, atividades como injeção, corte e moldagem; já em Cesar, existem atividades de moldagem, injeção, termoformagem e montagem.

III.2.1. Processo produtivo ATA

Começando pela unidade ATA, a atividade principal do processo produtivo tem a designação de foamização, do inglês *foam*, que em português significa espuma (Figura 17).

Esta atividade consiste na ligação térmica de espuma, malha e tecido. A junção destes constituintes é feita através da passagem destas matérias sob pressão entre rolos de compressão, após queima superficial da espuma através de queimadores a gás, obtendo-se o compósito final. Após esta operação, segue-se a revista visual em equipamento apropriado (máquinas de revistar) para deteção de defeitos e respetivo registo com identificação dos mesmos (Figura 18).



Figura 17 - Processo produtivo ATA - foamização

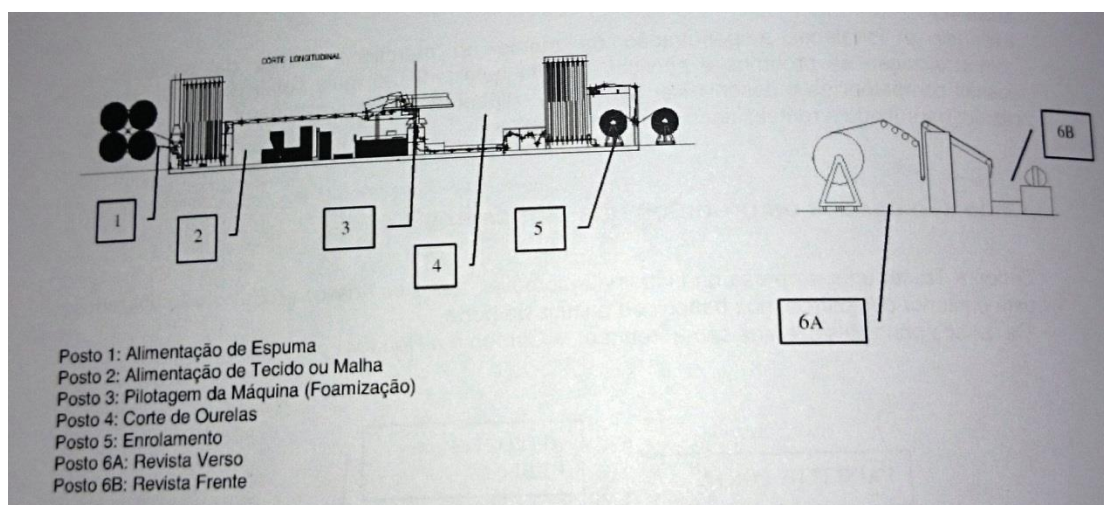


Figura 18 - Esquema processo produtivo ATA

III.2.2. Processo produtivo ASC

Na unidade ASC são efetuadas atividades de corte de tecido e de couro e ainda atividades de confecção, nomeadamente com máquinas de costura, máquinas de agrafar e máquinas de soldadura por ultra-sons. Os processos tecnológicos de corte têxtil, consistem na utilização de máquinas automáticas com programas de corte informáticos. No caso específico do couro, é necessário haver uma triagem prévia de todas as peles sendo assinalados todos os defeitos encontrados.

Segue-se o estendimento das matérias a cortar por estendedores automáticos, um por cada duas máquinas de corte, em camadas sucessivas, previamente definidas de acordo com os planos de corte (marcadas), formando um “colchão”. Depois, dá-se a entrada do “colchão” na máquina de corte propriamente dita, para o corte programado em conformidade com a ordem de fabrico e respetiva ordem de “marcada” (Figura 19). Terminado o corte, as peças são retiradas, separadas, controladas e acondicionadas manualmente em contentores reutilizáveis, de acordo com a referida ordem de fabrico.



Figura 19 - Processo de corte têxtil

Na atividade de confecção, os produtos resultantes dos processos de corte, são utilizadas máquinas de costura simples, de uma e duas agulhas (Figura 20), máquinas de costura automáticas com autómatos incorporados, máquinas de agrafar e máquinas de soldadura por ultra-sons.

A produção inicia-se com a entrega de contentores com peças cortadas a que se juntam os respetivos acessórios necessários, para costura nos postos respetivos. Cada produto, após as diversas operações, é verificado, revisto e colocado em transportador, seguindo para controlo final e posterior acondicionamento na embalagem.

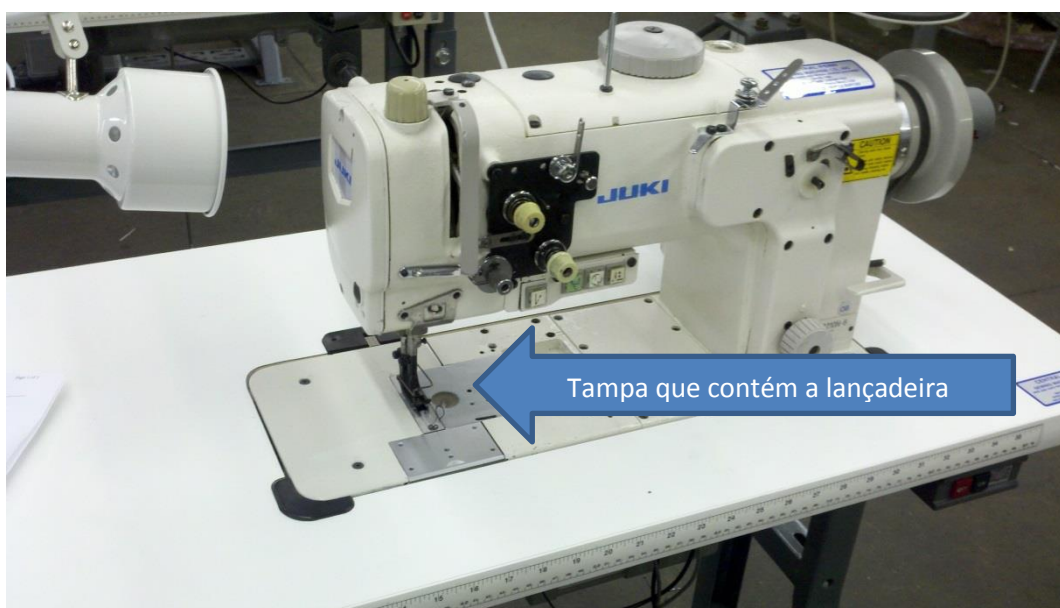


Figura 20 - Máquina de costura (confecção)

III.2.3. Processo produtivo HAPP Cesar

Na unidade HAPP de Cesar são produzidos insonorizantes de espuma (acústica) e *faux plancher* (fundo da bagageira).

No caso da produção de insonorizantes de espuma, existe o processo de moldagem que consiste no aquecimento de uma placa a uma temperatura de cerca de 70°C numa estufa que é introduzida mecanicamente no interior de um molde. Depois deste processo, dá-se a injeção automática de uma mistura de isocianato e poliol (produtos químicos, polímeros), o que dá origem à espuma, que irá preencher o espaço existente entre o molde e a placa colocada no seu interior. O resultado deste processo dá a forma definitiva ao insonorizante de espuma.

Após a moldagem e injeção, os insonorizantes de espuma são colocados num equipamento de corte (prensa de corte) e posteriormente enviados para a prensa de corte tridimensional onde são efetuados todos os furos, rasgos e pormenores necessários.

No caso da produção de *faux plancher*, o corte é efetuado através de um equipamento de jato de água a alta pressão. Este processo de corte é efetuado numa cabine de corte de jato de água (Figura 21) que possui um ou dois robots automáticos que, com um jato de água a alta pressão (1000 bar), cortam a peça de acordo com as especificações necessárias.



Figura 21 - Cabine de corte jato água

Na produção de tapetes moldados de alcatifa existe o processo de termoformagem. Este processo inicia-se com a introdução de uma placa de alcatifa fixa a uma estrutura de suporte, numa estufa de aquecimento até uma temperatura de cerca de 110°C com controlo automático, seguindo-se a moldagem numa prensa específica, que lhe dá a forma final.

Segue-se o corte em prensa própria, controlo final, embalagem e transporte para armazém de produto acabado. A Figura 22 mostra os produtos finais produzidos pela fábrica de Cesar.



Figura 22 - Produto acabado HAPP Cesar

III.2.4. Processo produtivo HAPP SJM

O processo produtivo da unidade HAPP SJM contempla atividades de injeção, corte de placas, aplicação de tecido e moldagem. O esquema produtivo apresentado na Figura 23 pretende mostrar mais em detalhe todo o processo produtivo desta unidade.



Figura 23 - Esquema do processo produtivo HAPP SJM

O processo produtivo começa com a atividade de injeção de três produtos químicos (poliol, isocianato e aditivo). Os produtos químicos são guardados em cubas que têm acoplados vários motores para permitirem a constante recirculação do material líquido, aspeto que é necessário devido à volatilidade dos polímeros.

A atividade de injeção começa com a definição das quantidades necessárias de cada produto químico (poliol, isocianato e aditivo); a estes três componentes é ainda adicionado um outro componente, a grafite, que é utilizada para evitar a combustão da mistura dos produtos químicos.

Esta atividade devolve um bloco de espuma com características e especificações definidas inicialmente no processo de injeção. O bloco de espuma resultante vai depois para duas máquinas de corte (uma vertical onde é aparado inicialmente), seguindo para a máquina de corte horizontal que corta os blocos em placas com a mesma espessura (definida no próprio equipamento). No final do processo de corte, são obtidas placas de espuma de igual espessura. Na fase seguinte é aplicado tecido em ambos os lados, entrando por fim na última atividade do processo: a moldagem. Nesta última atividade são utilizados treze moldes diferentes em duas prensas (um molde em cada prensa) de acordo com os diversos produtos finais que se pretendem obter (Figura 24) e em que é utilizado um transportador MIB (Figura 27) para efetuar a troca de moldes.

As prensas possuem um sistema hidráulico (Figura 26) em que circula óleo a uma temperatura média de 240°C, que é necessário para aquecer os moldes no processo de moldagem dos produtos finais. Este sistema hidráulico é abastecido em sete termorreguladores (dois para cada uma das prensas e três para os moldes em repouso), que possuem mangueiras flexíveis que fazem a ligação do sistema hidráulico às prensas e aos moldes que não estão em utilização. Há ainda dois *chillers* que estão ligados a todo o sistema hidráulico (um em cada prensa), que permitem manter a temperatura do óleo a um determinado nível. Resumindo pode dizer-se que os termorreguladores aquecem o óleo e os *chillers* arrefecem-no e mantêm-no à temperatura desejada (Trecar, 2013).



Figura 24 - Produtos finais HAPP SJM

Para que o processo produtivo possa ocorrer, existem na unidade HAPP SJM os seguintes equipamentos:

- Prensas MIB 1 e 2, termorreguladores e *chiller* (Figura 25)



Figura 25 - Equipamentos - prensas MIB 1 e 2, termorreguladores e *chiller*

- Sistema hidráulico das prensas (Figura 26)

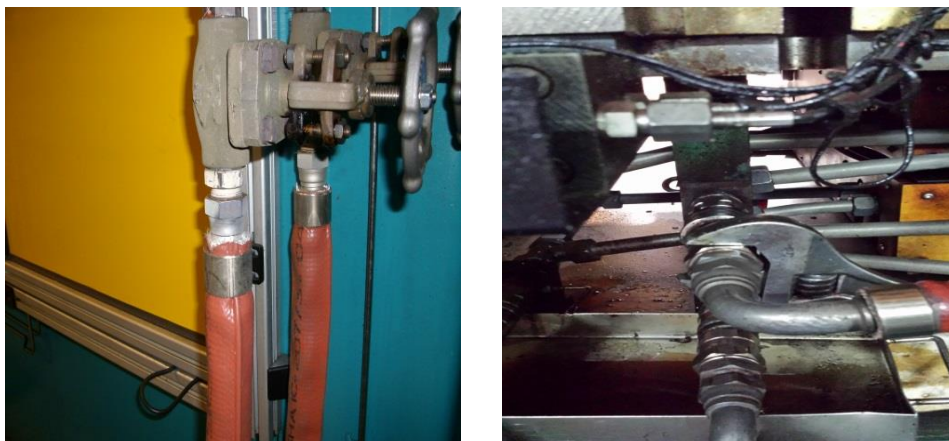


Figura 26 - Sistema hidráulico das prensas

- Transportador MIB (Figura 27)



Figura 27 - Transportador MIB

- Máquina de corte horizontal (Figura 28)



Figura 28 - Máquina de corte horizontal

- Máquina de corte vertical (Figura 29)



Figura 29 - Máquina de corte vertical

- Máquina de injeção ZSIM (Figura 30)

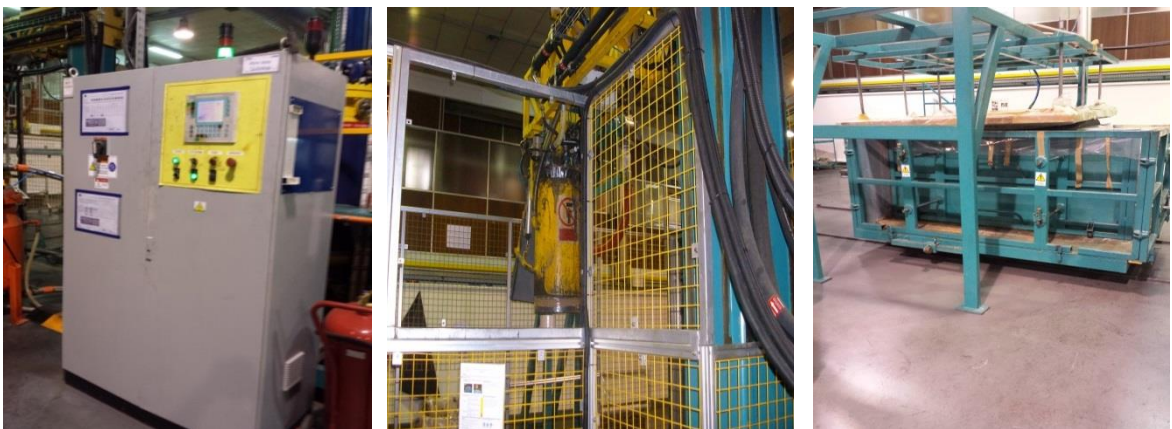


Figura 30 - Equipamentos da máquina de injeção ZSIM

III.3. Problema, objetivos e metodologia

A Trecar verificou, de há alguns anos a esta parte, que alguns equipamentos registavam tempos de paragem excessivos devido a necessidades de manutenção, os quais podiam ser colmatados com a passagem de algumas tarefas para o setor da produção. Este foi o mote para o projeto descrito neste relatório e para a necessidade de inserir o *TPM* na empresa.

O problema estava no facto de, por exemplo, poder ocorrer uma necessidade de manutenção durante o período das 23h às 6h, período este em que nenhum operador da manutenção se encontra na fábrica, o que implicava ter de se solicitar a um destes operadores que fosse à fábrica consertar ou repor algum parâmetro necessário para a produção. Se, pelo contrário, os operadores da produção conseguissem resolver a situação, não seria necessário contactar a manutenção e o problema registado seria resolvido de uma forma bastante mais rápida.

Para além deste aspeto e uma vez que o departamento de manutenção possui apenas dois operadores em simultâneo na Trecar (para além de outros dois operadores da manutenção que fazem apenas operações no setor da confeção), podia acontecer (e de facto chegou a acontecer frequentemente) que ambos estavam em operações que necessitavam de resolução e que não podiam ser interrompidas para o operador poder ir a outra emergência. Esta situação fazia com que uma situação que necessitasse de resolução rápida tivesse que ficar pendente até que um dos operadores pudesse ir resolvê-la.

Os objetivos do projeto e da implementação da ferramenta passavam então, em primeira instância, por descentralizar um pouco as operações que são feitas pela manutenção e transferi-las, em parte, para a produção. Para isto, muito contribui o *TPM*, uma vez que pretende dar um maior *empowerment* aos operadores (da produção) e dar-lhes também uma maior capacidade de resolução de problemas com os seus equipamentos. Outro dos objetivos era aproveitar todo o leque de vantagens que a ferramenta permite atingir, nomeadamente com todos os seus pilares e com as suas atividades base (5S), contribuindo para um espírito de melhoria contínua (*kaizen*).

A unidade de produção ATA havia já implementado o *TPM* com a transferência de algumas operações de manutenção para a produção; naturalmente que o *TPM* é muito mais do que apenas a transferência de operações para a produção, mas verificou-se (desde 2011) que os operadores conseguiram resolver situações de uma forma mais independente. Este resultado deu mais força à necessidade de implementação da ferramenta em toda a fábrica, até porque houve uma sugestão do grupo *Trèves* para a inserção do *TPM* na Trecar, uma vez que grande parte das fábricas do grupo já o tinham feito.

É importante referir que este projeto diz respeito à implementação do *TPM* na unidade de produção HAPP SJM. Na unidade ASC foram efetuadas apenas pequenas operações/formações,

pelo que não é correto dizer-se que o *TPM* também foi implementado nesta unidade de produção. Houve ainda atividades de *5S* desenvolvidas na unidade de produção HAPP Cesar que serão referidas mais à frente neste relatório.

A metodologia seguida durante todo o projeto foi a seguinte:

- Preparação do programa *TPM*;
- Reuniões com a produção para o debate de propostas;
- Levantamento dos tempos de paragem dos equipamentos e dos tempos de operações de manutenção;
- Realização de fichas de posto *TPM*, aproveitando o formato da ATA;
- Formação *TPM* para os operadores da produção;
- Formação em operações de manutenção aos operadores da produção;
- Seguimento dos resultados e retificações/melhorias;
- Demonstração dos resultados à produção.

III.4. Situação inicial – OEE e tempos de paragem

Como já foi referido, o principal objetivo pretendido com a implementação do *TPM* era o de descentralizar as operações da manutenção e dar mais responsabilidades à produção para resolverem problemas com os seus equipamentos. Tecnicamente, e de acordo com a literatura, queria dar-se maior ênfase ao pilar da manutenção autónoma, precisamente o que diz respeito às operações feitas pela produção. De entre os vários pilares, a transferência de algumas operações para a produção permitiria diminuir em alguns casos mais de 50% do tempo de paragem dos equipamentos.

Numa primeira fase, ainda antes de se avançar com a proposta das operações *TPM* para a produção, foi necessário definir quais seriam estas operações. Para esta definição, foi necessário analisar em detalhe o *roadmap* mensal da manutenção. O *roadmap* é um ficheiro excel em que mensalmente se observam todos os registos de avarias/operações realizadas pelos operadores da manutenção, sendo especificado concretamente o sintoma da avaria, a resolução da mesma e o tempo de paragem total do equipamento (somando o tempo de espera pelo operador com o tempo efetivo da operação de manutenção). Estes registos de operações pelo pessoal da manutenção são efetuados recorrendo a um *software* integrado em que são registadas as avarias/operações e é possível identificar também peças de substituição usadas, que depois são atualizadas informaticamente no registo de *stocks* de materiais.

O *roadmap* é um ficheiro que contempla todo o tipo de avarias registado em cada uma das unidades de produção e, em cada quadrimestre, são analisadas as avarias identificadas com uma percentagem igual ou superior a 10% do tempo total de paragem dos equipamentos (também por cada unidade de produção) ou as três mais significativas em cada quadrimestre.

O Gráfico 1 e o Quadro 5 dizem respeito aos tempos de paragem dos equipamentos por unidade de produção até ao mês de outubro de 2013 (início do projeto). Analisando em detalhe, é possível identificar a unidade HAPP Cesar como a que tem uma maior contribuição para os tempos de paragem, ou seja, a que regista maiores tempos de operações de manutenção em avarias de equipamentos. Tipicamente, esta seria a melhor área para intervir uma vez que as melhorias em *downtime* poderiam ser bastante significativas. Inicialmente, o projeto contemplava também esta unidade de produção, sendo que a calendarização atribuía os meses de abril e maio para se iniciar o programa TPM na HAPP Cesar. No entanto, devido a uma mudança na produção e devido a outras restrições de calendário, não foi possível iniciar o programa TPM com as operações definidas inicialmente para esta unidade, apesar de terem sido desenvolvidas algumas fichas de posto que poderão mais tarde ser aproveitadas.

A ideia inicial era a de analisar os resultados obtidos na unidade HAPP SJM, para depois transpor e aplicar nos mesmos moldes na unidade HAPP Cesar.

Tal não foi possível, como já referido, apesar de ter sido desenvolvido trabalho que pode ser aproveitado mais tarde pela Trecar.

TEMPOS DE PARAGEM DOS EQUIPAMENTOS										
Unidades de produção	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Tempo paragem mensal HAPP	3527	6100	4019	1815	2903	1880	2943	89	4136	2869
Tempo paragem mensal HAPP - SJM	271	140	646	411	2226	2254	1153	82	1248	1448
Tempo paragem mensal ATA	348	427	405	162	300	34	131	153	217	193
Tempo paragem mensal ASC CORTE	486	642	181	407	88	138	74	219	360	2478
Tempo paragem mensal ASC COURO	64	49	7743	125	2055	91	0	27	705	39
Tempo paragem mensal ASC CONF	337	579	866	668	458	161	79	60	446	490
Tempo paragem mensal TOTAL	5033	7937	13860	3588	8030	4558	4380	630	7112	7517

Quadro 5 - Tempos de paragem dos equipamentos em minutos (até outubro 2013)

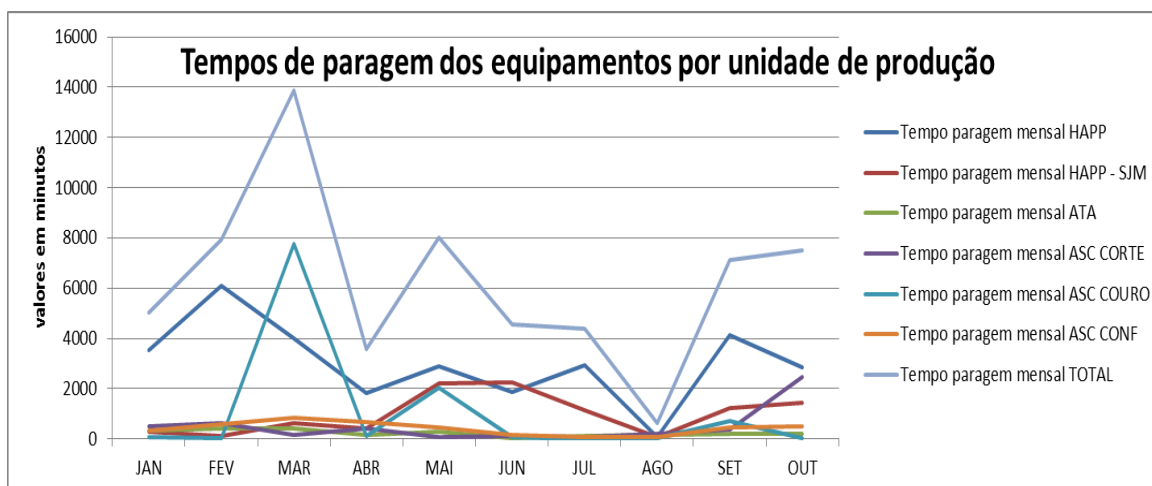


Gráfico 1 - Distribuição dos tempos de paragem dos equipamentos

A análise dos dados apresentados no Quadro 6 e no Gráfico 2 permite perceber quais os parâmetros que mais e melhor contribuem para o indicador *OEE*. Este é calculado através da multiplicação simples dos três parâmetros: disponibilidade, velocidade e qualidade, fórmula um pouco diferente daquela que foi referida no capítulo II.2.2. De referir que os valores dos parâmetros e do indicador dizem apenas respeito aos equipamentos das prensas MIB 1 e 2 da unidade HAPP SJM e até outubro de 2013, uma vez que para os outros equipamentos não existe o cálculo deste indicador de eficiência operacional.

A disponibilidade, a velocidade e a taxa de qualidade são calculadas da seguinte forma:

$$\text{disponibilidade} = \frac{\text{tempo total} - \text{paragens programadas (pausas)} - \text{total paragens}}{\text{tempo total} - \text{paragens programadas}}$$

$$\text{velocidade} = \frac{\text{tempo de funcionamento líquido}}{\text{tempo total} - \text{pausas} - \text{total paragens}}$$

$$\text{taxa de qualidade} = 1 - \frac{\text{tempo total de defeitos}}{\text{tempo de funcionamento líquido}}$$

Apesar da forma de cálculo do indicador ser um pouco diferente daquela referida na literatura (II.2), os resultados do *OEE* são calculados desta forma na Trecar, pelo que a análise dos mesmos pode refletir alguma diferença nos valores do indicador, quando comparados com os valores padrão existentes para as empresas produtoras deste setor industrial (esta comparação do valor do indicador não vai ser demonstrada no subcapítulo da análise de resultados, uma vez que não foi efetuada).

Não obstante esta aparente diferença, a Trecar utiliza também três parâmetros para o cálculo do indicador, sendo que a produtividade assume, na Trecar, o nome de velocidade e o parâmetro taxa de qualidade tem uma forma de cálculo diferente daquela referida na literatura.

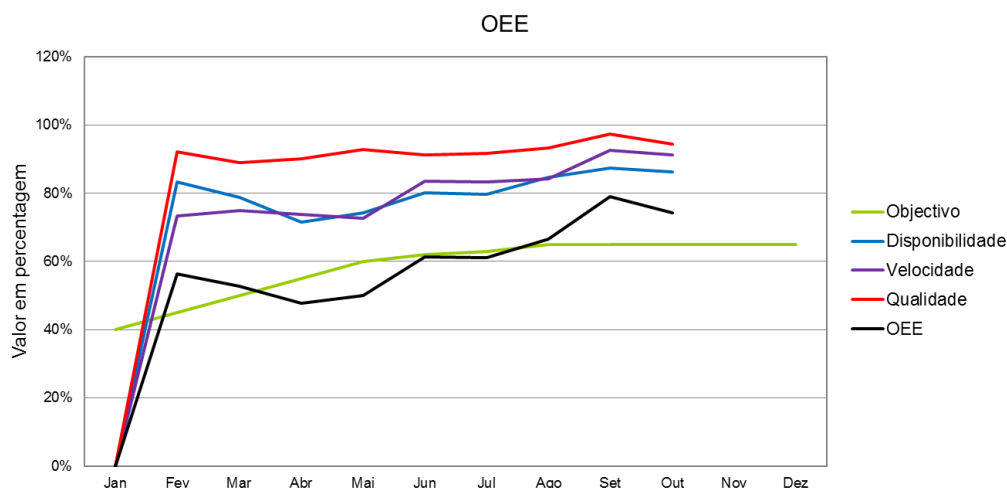


Gráfico 2 - Valores do indicador OEE (até outubro 2013)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Objectivo	40%	45%	50%	55%	60%	62%	63%	65%	65%	65%
Disponibilidade	0,0%	83,3%	78,9%	71,6%	74,4%	80,3%	79,7%	84,6%	87,5%	86,20%
Velocidade	0,0%	73,3%	75,0%	73,8%	72,6%	83,6%	83,4%	84,3%	92,5%	91,20%
Qualidade	0,0%	92,2%	89,0%	90,2%	92,7%	91,4%	91,8%	93,3%	97,5%	94,50%
OEE	0,0%	56,3%	52,6%	47,7%	50,1%	61,3%	61,0%	66,6%	78,9%	74,29%

Quadro 6 - Valores dos parâmetros do OEE (até outubro 2013)

III.5. Fases de implementação do TPM

Como foi referido no capítulo II, relativamente às fases de implementação do *TPM*, não há uma única possibilidade para implementar a ferramenta, pelo que cabe a cada organização identificar as fases necessárias e seguir o plano – programa *TPM* - criado. É importante ter um plano que guie todo o projeto para haver um maior rigor e controlo em todas as fases do programa.

Fase 1 – Definição do programa TPM

A definição de todo o programa *TPM* foi feita imediatamente após o início do projeto na empresa. Era importante possuir um programa com linhas orientadoras e definir prazos temporais para a conclusão de cada uma das fases que constavam do mesmo.

Foram definidas treze fases para o programa e tentou-se sempre cumprir cada uma delas de acordo com a sua conclusão temporal, para haver um maior rigor e seguimento eficaz do plano. Foi importante, inicialmente, abordar com a produção as operações que iriam passar para este setor, sendo que foi necessário haver algumas cedências de ambas as partes. Explicou-se, em pormenor, o âmbito e os objetivos do programa e foi referido que não se esperava que os operadores da

produção acumulassem trabalho ou funções, mas sim, que tentassem eles próprios resolver determinados problemas com os seus equipamentos.

É importante salvaguardar também que os operadores da produção já efetuavam algumas das operações que foram propostas, como lubrificações, ajuste de alguns parâmetros e algumas inspeções; o *TPM* veio oficializar o que já era feito anteriormente e acrescentar ainda outras operações à produção.

Nesta fase 1 tentou calendarizar-se todas as fases de uma forma coerente e ajustada às reais possibilidades da unidade de produção, sendo que foi dada especial atenção aos chefes de equipa para que estes transmitissem a mensagem aos operadores relativamente ao que se pretendia com a inserção do *TPM* na fábrica.

Este programa *TPM* foi desenvolvido com o responsável pelo departamento de manutenção e foi o programa vigente durante todo o projeto, muito embora tenha havido necessidade de ajustar algumas fases do mesmo.

No final das reuniões com a produção foi sempre salvaguardada a ideia de que, caso a produção não conseguisse fazer uma determinada operação de manutenção, este setor era contactado para prestar auxílio (aspeto que se verificou no início do programa).

O Quadro 7 faz referência a todo o programa *TPM*, apresentando as diversas fases do mesmo e as previsões de conclusão temporal.

<div> <div>TPM</div> <div></div> </div>								
Planeamento do Programa								
Programa / Mês	Out-13	Nov-13	Dez-13	Jan-14	Fev-14	Mar-14	Abr-14	Mai-14
Definição do Programa								
Definição das operações								
Reuniões TPM (início)								
Levantamento dos tempos das operações								
Planeamento da Manutenção Autónoma								
Preparação das Fichas de Posto								
Formação TPM								
Formação nas Operações								
Habilitação dos Operadores								
Preparação dos Postos de Trabalho								
Arranque das operações TPM								
Avaliação da ferramenta TPM								
Seguimento dos resultados nas reuniões do Grupo de Melhoria								

Quadro 7 - Planeamento do programa *TPM*

Fases 2 e 3 – Definição das operações e reuniões TPM

Segundo Vorne (2010), ao criar um programa *TPM* são várias as abordagens que podem ser feitas no que diz respeito à identificação das tarefas que podem eventualmente passar para a produção. Pode optar-se por identificar operações nos equipamentos que são mais fáceis de melhorar, nos equipamentos gargalo ou ainda nos equipamentos mais críticos/problemáticos, sendo que cada abordagem tem associados prós e contras (Vorne, 2010).

Apesar destas possibilidades, as operações já estavam previamente identificadas aquando do início do projeto pelo responsável do departamento de manutenção, sendo que apenas foram alteradas e acrescentadas algumas operações ao programa *TPM*. Para esta identificação prévia das operações foi indispensável o contributo dos operadores da manutenção pois eles, melhor do que ninguém, sabiam identificar quais as operações que não requeriam elevadas competências e aptidões técnicas para serem resolvidas.

Assim, depois de claramente identificadas as operações *TPM*, estas foram propostas e discutidas com os chefes de equipa da produção, para se chegar ao resultado final das operações que efetivamente podiam passar para a produção. Foram, então, propostas as seguintes operações, de acordo com o Quadro 8.

Equipamento	Ações
Prensa MIB1/ Prensa MIB2	Rearmar chiller
	Verificar pressão ar
	Substituir manguueiras rebentadas
	Verificar fugas de ar e óleo
	Realizar apertos nas tomadas de óleo (quando há fugas)
	Lubrificar equipamento
Transportador MIB	Verificar fugas de óleo
	Lubrificar equipamento
Máquina de corte horizontal	Substituir mós
	Verificar bom funcionamento do alarme de segurança
	Verificar fecho dos cadeados das portas
	Substituir lâmina
	Lubrificar equipamento
Máquina de injeção ZSIM	Verificar fugas de produtos químicos
	Verificar funcionamento da subida do batch em modo UPS (botão amarelo)
	Lubrificar equipamento
	Apertar tubo de grafite caso este saia
	Aplicar ou verificar mesamol nos frascos das bombas

Quadro 8 - Operações *TPM* inicialmente propostas

As reuniões *TPM* iniciais tiveram como objetivo dialogar com a produção no sentido de chegar a um acordo quanto às operações finais transferidas para a produção, bem como transmitir os objetivos e as ideias chave do *TPM*. Em todas as reuniões eram preenchidas atas conforme ilustra a Figura 31.

Meeting minutes / Compte-rendu de réunion		
Meeting date/Date de réunion :		
Place / Lieu :		
Compiler/Rédacteur :		
Departement/Service :		
Distribution / Diffusion :		
Attendees / Participants		
Name/Nom	Company/Société	Signature
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
Target of the meeting / Objet de la réunion :		
Main conclusions / Principales conclusions :		
Date for the next meeting / Date de la prochaine réunion :		

Figura 31 - Ata das reuniões *TPM*

Depois de algumas reuniões com a produção, chegou-se ao resultado final das operações que passavam para o lado da produção. Das dezoito operações iniciais foram retiradas apenas três, resultando em quinze operações finais conforme ilustra o quadro seguinte (Quadro 9).

Equipamento	Operações	Tempo actual (Médio)	Tempo objectivo	% ganho
Prensa MIB1/ Prensa MIB2	Rearmar chiller	45	10	77,8%
	Verificar pressão ar			
	Substituir mangueiras rebentadas	30	20	33,3%
	Verificar fugas de ar e óleo			
	Realizar apertos nas tomadas de óleo (quando há fugas)	17	10	41,2%
	Lubrificar equipamento			
Transportador MIB	Verificar fugas de óleo			
	Lubrificar equipamento			
Máquina de corte horizontal	Substituir mós	20	10	50,0%
	Verificar bom funcionamento do alarme de segurança			
	Verificar fecho dos cadeados das portas			
Máquina de injeção ZSIM	Verificar fugas de produtos químicos e de ar			
	Verificar funcionamento da subida do batch			
	Grafite cheio	55	25	54,55%
	Aplicar ou verificar mesamol nos frascos das bombas			

Quadro 9 - Operações *TPM* acordadas com a produção

O Quadro 9 apresenta todas as operações que foram propostas à produção. Analisando-o em detalhe verifica-se que as operações referentes às prensas MIB 1 e 2 contemplavam o rearme do *chiller*, verificar pressão de ar, substituir mangueiras rebentadas (mangueiras que contêm óleo a alta temperatura), verificar fugas de ar e óleo, realizar apertos nas tomadas de óleo (evitando pingas/derrames de óleo) e ainda lubrificar o equipamento. Nestes equipamentos decidiu fazer-se uma medição da evolução do tempo associado às operações para três das cinco que foram propostas: rearmar *chiller*, substituir mangueiras rebentadas e realizar apertos nas tomadas do óleo, uma vez que as restantes diziam respeito a operações mais simples e efetuadas em menor tempo.

Já o transportador MIB, que transporta os moldes e os coloca em cada uma das prensas quando há trocas de moldes, contemplava apenas operações de manutenção de primeiro nível: inspeção (verificar fugas de óleo) e lubrificar equipamento, pelo que não foi definida qualquer necessidade de monitorização do tempo de operação.

A máquina de corte horizontal incluía duas operações de segurança para os operadores (verificar fecho do cadeado das portas e verificar bom funcionamento do alarme de segurança) e uma operação alvo de seguimento de tempos (substituição das mós que afiam a lâmina).

Por fim, a máquina de injeção ZSIM contemplava quatro operações de manutenção: uma de segurança diária (verificar funcionamento do *batch*), duas de primeiro nível (verificar fugas de produtos químicos e verificar/aplicar mesamol nos frascos das bombas) e uma alvo de evolução temporal (retirar grafite cheio).

Fase 4 – Levantamento dos tempos das operações

Esta fase 4 foi realizada em simultâneo com as fases 2 e 3, uma vez que era necessário registar o tempo que a manutenção levava efetivamente na resolução de situações de avaria/conserto que constavam do programa *TPM*. Mediante estes tempos de operações, foi possível estabelecer qual o tempo objetivo para a produção (um pouco mais elevado do que o tempo efetivo da operação realizada pela manutenção, dando desta forma alguma tolerância temporal à produção). A definição do tempo objetivo para cada uma das cinco operações que seriam alvo de seguimento de tempos permitiu estabelecer uma percentagem de tempo ganho, conforme ilustra o Quadro 9.

A fase 4 alargou-se até novembro de 2013 pois considerou-se relevante analisar até este mês o *roadmap* da manutenção, com a possibilidade de haver uma ou mais operações que pudessem constar do programa *TPM*.

Fase 5 – Planeamento da manutenção autónoma

Esta fase diz respeito ao maior ganho que se esperava obter com a passagem de algumas operações para a produção. Da manutenção autónoma faz parte a manutenção de primeiro nível (limpezas, lubrificações, inspeções) e também as cinco operações alvo de seguimento de tempos no programa *TPM*. Idealmente, o ganho na diminuição de tempos de paragem estaria nestas operações alvo de seguimento de tempos, uma vez que são as que constam do programa e que têm uma duração considerável, logo com uma forte possibilidade de melhoria. Relembrando, a manutenção autónoma é aquela que é efetuada pelo operador do equipamento e que contempla operações simples (de primeiro nível) e também operações um pouco mais complexas mas que não necessitam forçosamente do apoio da manutenção.

Neste planeamento da manutenção autónoma dos operadores da produção foi necessário identificar algumas ferramentas relevantes para a realização de cada uma das operações *TPM* e todos os materiais necessários para permitir a realização das operações convenientemente.

Fase 6 – Preparação das fichas de posto

Já na fase 6 do programa, procedeu-se à realização das fichas de posto. Esta atividade prolongou-se durante cerca de três meses, pois foi necessário um levantamento bastante exaustivo de fotografias que ilustrassem detalhadamente cada operação *TPM*.

Como já foi referido anteriormente, a unidade de produção ATA havia já implementado em parte o *TPM*, pelo que o formato das fichas de posto foi replicado na íntegra a partir daquele já existente. Ainda assim, apesar de já existir um formato prévio, foi necessário um levantamento bastante extenso de detalhes e situações que deveriam ser relatadas nas fichas de posto. Houve o cuidado de pormenorizar em detalhe cada tarefa de cada operação com recurso a imagens tiradas no local para facilitar posteriormente o trabalho do operador da produção. A ideia era que, sempre que ocorresse uma operação *TPM*, o operador usasse a ficha para desempenhar a sua operação de manutenção autónoma. Era expectável que, ao fim de algumas operações, o operador já não precisasse de recorrer à ficha de posto.

Durante esta fase da realização das fichas de posto foi indispensável o apoio do pessoal da manutenção para detalhar em pormenor cada tarefa e para auxiliar no recurso fotográfico que constava de cada ficha de posto.

No final desta fase ficaram realizadas quinze fichas de posto que foram depois distribuídas pela produção, ficando perto do posto de trabalho. Na Figura 32 apresenta-se o caso concreto de

uma ficha de posto para uma operação TPM, que diz respeito a uma atividade semanal de colocar um fluido (mesamol) nos frascos das bombas de produtos químicos.

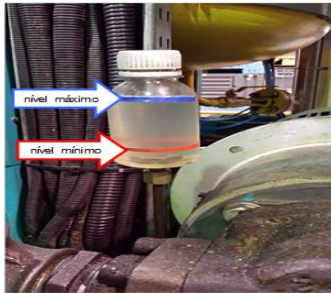
TPM		FICHA DE MANUTENÇÃO		FÁBRICA : Trecar		VALIDAÇÃO	
AUTÓNOMA HAPP -		VERIFICAR NÍVEL ME SAMOL		Ficha n.º: 1/HAPPB78		Métodos:	
(MÁQUINA INJEÇÃO)				Data: 25/11/2013		Produção:	
				Índice: OR		Qualidade:	
						Segurança:	
						Ambiente:	
						Manutenção:	
SEGURANÇA		FASE	RISCOS	PROTEÇÃO - PREVENÇÃO		MEDIDAS DE EMERGÊNCIA	
		2	Ver de acordo com ficha de dados de segurança	Ver de acordo com ficha de dados de segurança		Ver de acordo com ficha de dados de segurança	
MODO OPERACIONAL	FASE Nº	OPERAÇÃO		ILUSTRAÇÃO			
	1	Verificar frequentemente nível de mesamol em cada um dos frascos das 3 bombas					
		Se o nível estiver abaixo do risco vermelho, colocar mesamol até atingir o risco azul O mesamol encontra-se num recipiente perto das 3 bombas					
	2	Nota: O mesamol deve ser mantido num recipiente bem fechado, em local seco e bem ventilado e afastado de fontes de ignição, de calor e de luz solar direta					
		QUADRO DE MATERIAL NECESSÁRIO À PRODUÇÃO: Mesamol Luvas impermeáveis					
	PROCEDIMENTO DE REGISTO DA OPERAÇÃO: Depois de realizada a operação, o operador deve registar a atividade na folha de "Checklist" que se encontra perto do equipamento						
Tratamento de não conformes: ► Deteto ► Identifico ► Isolo ► Registo ►							

Figura 32 - Exemplo de ficha de posto TPM

Fases 7 e 8 – Formação TPM e formação nas operações do programa TPM

Nestas duas fases foi dada formação aos chefes de equipa da produção. Este foi o segundo contacto que os chefes de equipa tiveram com a nova ferramenta da manutenção, o TPM. Inicialmente, na fase 7, foi dada formação na ferramenta aos chefes de equipa para estes saberem o porquê de se estar a implementá-la na fábrica e quais os principais objetivos a alcançar com a mesma.

A formação foi dada pelo diretor de manutenção tendo sido usado um formato interno da Trecar, uma vez que também já tinha sido dada uma formação *TPM*, no âmbito de projetos *Lean*. Foi então utilizada uma formação dada pelo coordenador de projetos de melhoria e de *Lean*.

Já na fase 8, que diz respeito mais concretamente à formação das operações *TPM*, esta foi dada também aos chefes de equipa que depois ficaram encarregues de nomear operadores com maior destreza e capacidade para efetuarem as operações. Esta formação mais técnica foi dada com o auxílio do pessoal da manutenção, tendo recorrido a exemplificações no terreno de todas as operações *TPM*.

Fase 9 – Habilitação nas operações TPM

Esta fase foi de extrema importância pois foi a partir daqui que os chefes de equipa ficaram habilitados para a execução das operações definidas como *TPM*. Esta habilitação foi uma espécie de exame em que se usou um formato interno da Trecar para avaliar o operador na execução de determinada tarefa (Figura 33). Deste exame constam aspetos como o respeito pelo modo operativo (se foi feito de acordo com a ficha de posto), capacidade de autonomia na tarefa, material previsto, uso de EPI's (equipamentos de proteção individual), realização da tarefa no tempo objetivo e ainda o aspeto de aplicação e transmissão de novos conhecimentos.

A habilitação foi feita em janeiro de 2014 e em maio de 2014 pelo diretor da manutenção e por um operador do setor a todos os chefes de equipa e alguns operadores nomeados por estes da unidade HAPP SJM. A necessidade de nova habilitação deu-se ao facto de, no início, algumas operações do programa não estarem a ser devidamente realizadas. O facto de os chefes de equipa e alguns operadores estarem habilitados não significava obrigatoriamente que conseguissem realizar as tarefas futuramente, pois poderia entretanto surgir uma situação diferente dentro da mesma operação. Ainda assim, a habilitação dos chefes de equipa foi uma fase chave para a atribuição das operações de manutenção à produção, apesar de se ter sempre salvaguardado o facto de poder ocorrer que o operador ou o chefe de equipa não conseguisse efetuar a operação de manutenção. Em cada ficha de posto foi dito que sempre que se verificasse que o operador ou o chefe de equipa não conseguisse efetuar a operação, deveria contactar de imediato o pessoal da manutenção para o auxílio na resolução do problema.

	Avaliação da Eficácia aplicada a Operadores TPM	S51D63(78)
---	--	-------------------

Habilitação ao Posto:		Data
Formador:		Assinatura
Formando:	Nº	Assinatura

Avaliação	Muito Pouco	Pouco	Suficiente	Muito
1. Respeito pelo modo operatório (de acordo com a ficha de manutenção do posto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Capacidade de autonomia na execução da tarefa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Operação executada com o material previsto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Operação executada com utilização dos EPI's previstos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Tempo de execução da tarefa de acordo com o standard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Conseguiu aplicar e transmitir novos conhecimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentários do Formador:
Comentários do Formando:

Figura 33 - Ficha de habilitação TPM

Fase 10 – Preparação dos postos de trabalho

Nesta fase do programa foi necessário preparar todos os postos de trabalho, para que se pudessem colocar devidamente as fichas de posto e as ferramentas necessárias para algumas operações de manutenção (Figura 34). A preparação envolveu adquirir folhas de arquivo para melhor proteger as fichas de posto em formato A4 e foram também aproveitadas e pintadas caixas de ferramentas para colocar o material necessário. Em cada posto de trabalho alvo de operações TPM foi colocado um símbolo identificando um “local de operação TPM” (Figura 35).



Figura 34 - Preparação dos postos de trabalho



Figura 35 - Sinalização de locais de operações TPM

Fase 11 – Arranque das operações TPM

O arranque das operações *TPM* deu-se na semana sete, mais concretamente no dia 10 de fevereiro de 2014. Até este dia já tinham sido colocadas todas as fichas de posto perto dos postos de trabalho, já tinham sido colocadas as caixas de ferramentas necessárias e colocados todos os materiais necessários para a realização das operações e já tinha também sido dada a formação aos operadores.

Nesta fase foram também colocados juntamente com as fichas de posto, uma folha de registo de operações *TPM* (Figura 36) e os *checklists* para cada equipamento (Figura 37). O *checklist* de cada equipamento contemplava as operações de manutenção de primeiro nível, enquanto que a folha de registo de operações *TPM* dizia respeito às operações alvo de seguimento de tempos de paragem.

TPM				
Fábrica: Trecar Ficha nº: 1/HAPPB78 Índice: OR		Registo de operações de manutenção realizadas pela produção		Equipamento: PRENSA MIB 1
<u>Registo de Operações TPM - Manutenção autónoma</u>				
Data	Hora	Descrição da operação	Duração da operação de manutenção	Assinatura (Nome e Turno)

Figura 36 - Registo de operações *TPM*

TPM				
Fábrica: Trecar Ficha nº: 7/HAPP Índice: OR		Registo de operações de manutenção realizadas pela produção – <u>Checklist</u>		Equipamento: Transportador MIB

Semana_____

Nº	Tarefas	Turno	Rubricas				
			Seg	Ter	Qua	Qui	Sex

1	Verificar fugas de óleo	1					
		2					
		3					
2	Lubrificar equipamento	1					
		2					
		3					

Figura 37 - Checklist de operações semanais (manutenção de primeiro nível)

Fases 12 e 13 – Avaliação da ferramenta e seguimento dos resultados

Estas duas últimas fases do programa dizem respeito ao seguimento que foi feito dos resultados obtidos. Mensalmente eram colocados os valores registados com os tempos de paragem dos equipamentos apenas para as operações *TPM*, e nomeadamente aquelas que foram alvo de seguimento de tempos. Os resultados foram inicialmente discutidos com a produção, por forma a perceber aquilo que poderia ser eventualmente melhorado e aquilo que teria mesmo que ser alterado. As reuniões do grupo de melhoria continham representantes das várias partes interessadas, e foram importantes na medida em que permitiram melhoramentos ao programa *TPM* e permitiram também mostrar o estado da arte à altura da realização das reuniões.

Já numa última fase do seguimento dos resultados foi feita nova habilitação dos operadores para com as operações *TPM*.

III.6. Atividades *TPM* realizadas na unidade ASC

A unidade ASC contempla atividades de corte de couro e de tecido e ainda de confeção, nomeadamente com máquinas de costura, de agrafar e máquinas de soldadura por ultra-sons (conforme referido anteriormente). Foi pedido durante o projeto a introdução de algumas operações de manutenção autónoma numa linha de produção específica da secção da confeção. Em janeiro/fevereiro de 2014 foram introduzidas, na linha da *Seat Empunaduras* (Figura 40), cinco operações de manutenção autónoma. Mais concretamente, foram passadas para a produção operações de limpar e lubrificar a lançadeira, nivelar o óleo da máquina de costura, verificar tensões de linha e ainda substituir agulha.

A lançadeira (Figura 20) é um componente que contém a linha de costura e, por vezes, acumula demasiado lixo, daí ser necessário lubrificar e limpar esta zona; foi definido pela manutenção que estas duas operações de manutenção de primeiro nível deveriam ser feitas uma vez por dia. O nivelamento do óleo é também uma operação de manutenção de primeiro nível em que facilmente se verifica, na máquina de costura, o nível do óleo e se acrescenta um pouco conforme seja preciso ou não. A substituição da agulha foi uma operação sempre feita pela produção pelo que, em bom rigor, não é de todo correto dizer-se que se trata de uma operação *TPM*. Por fim, a operação de verificação da tensão de linha, tem a ver com o ponto corrido na peça. O ponto corrido (por cima ou por baixo) acontece sempre que se verifique que a cabeça do ponto de costura está a passar ou para cima ou para baixo da peça. Sempre que esta situação ocorra, as operadoras da linha de produção, necessitavam de efetuar a alteração da tensão de linha para corrigir o ponto corrido na peça, o que se encontrava devidamente explicitado na ficha de posto.

Concretamente para a linha da *Seat Empunaduras*, foram criadas sete fichas de posto uma vez que a operação de verificação da tensão de linha podia ser feita de três formas diferentes. Também para esta unidade de produção (ASC, em concreto para a linha da *Seat Empunaduras*), foi feito um plano de formação inicial na ferramenta *TPM* e posterior formação e habilitação das operações de manutenção. Foi necessário atualizar o *checklist* diário (Figura 38) que as operadoras preenchiam e incluir as novas operações de manutenção, conforme ilustra a figura.

Ficou definido internamente que o *TPM* seria para implementar em toda a confeção até ao final do ano de 2014 (Figura 39). Até lá, serão eventualmente replicadas as fichas de posto para todas as máquinas de costura da confeção (sendo necessário alterar alguns parâmetros uma vez que nem todas as máquinas de costura são iguais) e ainda definir operações *TPM* para as máquinas de agraphar.

ÁREA	FERRAMENTA	PILOTO	OBJETIVOS		EQUIPA	MESSES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ESTADO
			INÍCIO	OBJETIVO	ATUAL														
ASC	VSM	Logistics	24/25	Reduction of 1 day in Lead Time	22.3	Logistics, Production, Lean													
	TPM	Lean/Maintenance		Increase 10% on POD		Maintenance, Lean, Production										Souf. 2 need a Machine			
	5S (New Workshops) X07 Soufflets Fabrics Cut	Lean		First 3SS validation		Production, Lean				Souff X07 Valid 1º S	Valid 2º S	Valid 3º S				Corte Textil Valid 1º S Valid 2º S Valid 3º S			
	HOSHIN	Lean/Engineering/Production	94%	Gain 13% in EMO	97%	Logistics, Production, Lean					Tapetes B76	SEAT EMPUNHADURAS					W62 Soufflet		
	STANDARDIZED WORK							Pequenos Acessórios											
	SMED	Lean				Production, Lean, Engineering													
	OROC	Lean		Gain in ppm's		Quality, Production, Lean				Soufflets Agratagem X 07 Soufflets									
	TRAIN LOGISTICS + KANBANS	Lean/Production/ Warehouse		To be defined		Warehouse, Production, Lean, Logistics													
	KAMISHIBAI	Lean		"		Production, Lean, Engineering					Fabrics Cut Audits		X 07 Audits						
	Q MATRIX	Lean/Quality	NC	Increase in OEE	NC	Quality, Production, Lean					Soufflets								

Figura 39 - Inserção do TPM no plano Lean da Trecar



Figura 40 - Linha da Seat Empunaduras - unidade ASC

III.7. Atividades base 5S na unidade HAPP Cesar

Como já foi referido na revisão de literatura (capítulo II), as atividades base de suporte do TPM são fundamentais na medida em que contribuem para a manutenção de um local de trabalho limpo e organizado.

Concretamente, existia na Trecar uma forte necessidade de melhoria na oficina da manutenção da fábrica de Cesar. Esta necessidade prendia-se com o facto da necessidade de organização dos manuais técnicos dos diversos equipamentos da Trecar de Cesar (Figuras 41 e 42).

Situação inicial:



Figura 41 - Situação inicial - pré 5S

Situação final:



Figura 42 - Situação final - pós 5S

Os manuais dos equipamentos da HAPP de Cesar estavam desorganizados, havendo mesmo alguns que diziam respeito a máquinas que já não estavam em funcionamento ou que estavam desinstaladas. Foi necessário proceder a todas as fases do 5S em que se começou por eliminar os manuais e registos que estavam já obsoletos e que eram desnecessários na oficina da manutenção. Depois da primeira fase, foi necessário proceder a uma limpeza dos registos, tendo sido tiradas cópias de algumas páginas dos manuais pois continham óleo pelo facto de os operadores da manutenção os folhearem.

Depois das duas primeiras fases, foram organizados os registos que restaram da eliminação e limpeza, tendo sido colocados em capas arquivadoras em melhor estado do que as anteriores. Foi criado um código de cores para identificar as áreas da fábrica a que diziam respeito os equipamentos, com o objetivo de ser mais fácil identificar o respetivo manual. Esta atividade criou também uma padronização em que foram definidas seis cores para os manuais, de acordo com a área em que estavam instalados.

Adicionalmente, foram renovados e melhorados os *stocks* das peças de reserva da oficina de manutenção, uma vez que algumas peças não estavam codificadas internamente o que dificultava a tarefa de gestão de *stocks*.

Estas atividades foram uma mais-valia para a oficina de manutenção pois reduziram largamente o tempo de procura por determinado manual de um equipamento. Quando existia a ocorrência de uma situação de emergência num equipamento da fábrica, por vezes os operadores da manutenção necessitavam de consultar o manual do equipamento para ver esquemas elétricos, hidráulicos, pneumáticos, entre outros aspetos. Com todos os manuais organizados e listados por área de instalação, esta operação de pesquisa de esquemas e de informações nos manuais pôde ser feita de uma forma muito mais eficiente e visualmente agradável.

III.8. Pilares atingidos com o TPM


Como já foi referido neste relatório, a principal abrangência deste projeto de implementação da ferramenta de gestão da manutenção foi permitir uma maior e melhor manutenção autónoma. Este é o primeiro pilar do TPM e é aquele em que claramente são atribuídas à produção, operações de manutenção.

Foram definidas para a unidade HAPP SJM, quinze operações de manutenção sendo que em cinco delas foram seguidos os seus tempos de paragem, enquanto que as restantes constavam apenas de um *checklist* semanal e diziam respeito a operações diárias e/ou semanais de manutenção de primeiro nível (inspeções, lubrificações, alteração de pequenos parâmetros).

Seguidamente descrevem-se, em pormenor, os pilares alcançados com a implementação do TPM relativamente a cinco dos seus pilares. No que diz respeito aos outros três pilares, a sua aplicação não foi contemplada no projeto TPM da Trecar.

A manutenção autónoma é o primeiro pilar do TPM e aquele que permite a atribuição de *empowerment* e responsabilidade aos operadores da produção. Concretamente, na unidade HAPP SJM, foram desenvolvidas quinze operações de manutenção, sendo que no final do projeto já tinham surgido novas operações que poderiam ser introduzidas no programa. Adicionalmente e como já foi referido, foram desenvolvidas operações de manutenção autónoma na subunidade confeção da ASC, nomeadamente numa linha de produção que continha duas máquinas de costura. Na HAPP Cesar, foi elaborado um novo plano com as operações identificadas para cada equipamento (Quadro 10). Esta necessidade surgiu devido ao facto de não ter sido possível inicializar o programa com as operações TPM nesta unidade de produção. Foram sugeridos novos prazos para o arranque das operações nos diversos equipamentos da fábrica de Cesar.

Este foi sem dúvida o pilar mais atingido com o programa dadas as operações que foram atribuídas para a produção. No final do programa, verificou-se por parte dos chefes de equipa uma maior autonomia e uma vontade em identificar ações de melhoria para as operações TPM. A autonomia dos operadores foi alcançada gradualmente, havendo ainda naturalmente um enorme percurso pela frente, nomeadamente com definição de outras possíveis operações e com uma formação contínua. A autonomia foi conseguida ao fim de algum tempo e depois de haver interesse de ambas as partes em cooperar e em mostrar que as operações propostas poderiam ser feitas pela produção, havendo sempre a possibilidade de contar com o pessoal da manutenção para auxílio ou até mesmo para a resolução da operação TPM. Esta autonomia pode, futuramente, chegar ainda a mais operadores uma vez que estes faziam as operações de manutenção de primeiro nível, enquanto que os chefes de equipa ficaram encarregues de realizar as operações TPM mais complexas, na maior parte das situações.

<div> <div>TPM</div> <div>PLANO IMPLEMENTAÇÃO TPM</div> <div>  </div> </div>		2014				2015					
EQUIPAMENTO	OPERAÇÃO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
IJ2	Regulação/afinação de parâmetros										
	Aperto dos punhos dos moldes										
	Abastecimento e substituição prod. Quím.										
	Ajuste esferas de fecho dos moldes										
	Troca de moldes										
FLOQUETT	Arranque da máquina										
	Substituição de borrachas										
	Verificar guias das borrachas										
	Limpeza do molde										
	Remoção de alcátifas										
IJ4	Regulação/afinação de parâmetros										
	Substituição de alcátifa de limpeza										
	Arranque da máquina										
	Desbloquear robot										
IJ3	Limpeza das barreiras										
	Arranque da máquina										
	Regulação/afinação de parâmetros										
	Limpeza das cabeças de injeção										
	Desbloquear robot										
CJA K95	Verificar fugas de água no intensificador										
	Arranque da máquina										
	Substituição dos bicos do robot										
	Desbloquear robot										
CJA FP	Limpeza da cabine										
	Arranque da máquina										
	Substituição dos bicos do robot										
	Limpeza do circuito de vácuo										
	Desbloquear robot										
MÁQ. APLICAR COLA	Desbloquear robot										
	Substituir os bicos do robot										
	Limpeza dos bicos do robot										
	Rearme de emergência do robot										

Quadro 10 – Planeamento do programa TPM na unidade HAPP Cesar

A manutenção planeada (preventiva) aparece como o segundo pilar atingido e também ele de relevância extrema uma vez que permite uma prevenção dos equipamentos, atenuando assim a ocorrência de uma situação de emergência mais grave e, tipicamente, com um *downtime* elevado. A manutenção preventiva era algo que o departamento de manutenção já dedicava especial atenção, mas com o TPM deu-se ainda mais importância a este tipo de manutenção. A melhor comunicação entre a produção e a manutenção fez com que fosse possível agendar de uma forma mais eficiente as operações de MP (manutenção preventiva) e reduzir assim a probabilidade de um determinado equipamento entrar numa situação de emergência devido a avaria grave. Para gerir este tipo de manutenção, o *software* integrado que regista as avarias, permitia também definir as ações de manutenção preventiva e calendarizá-las de acordo com a frequência de prevenção definida. Mensalmente, o programa devolvia uma lista com as ações de prevenção para cada equipamento, por unidade de produção (Quadro 11 e Figura 43).

Trecar - Tecidos e Revestimentos, S.A.		Página: 1 Data: 01-04-2014					
Trecar - Plano de Manutenção Preventiva							
Data: ABRIL 2014		Secção: HAPP SJM					
Código	Designação do equipamento	Descrição da operação	Data Intervenção	Data Próxima Intervenção	Tempo previsto	Obs.	Rubrica
00191	PRENSA MIB 1	Verificar/reparar fixação de tubos	02-04-2014	02-05-2014	0,25		
00191	PRENSA MIB 1	Executar controlo descida gravidade	02-04-2014	02-05-2014	0,25		
00191	PRENSA MIB 1	Verificar vedantes cilindro hidráulico	02-04-2014	02-05-2014	0,5		
00191	PRENSA MIB 1	Verificar bom funcionamento comandos	07-04-2014	22-05-2014	0,5		
00191	PRENSA MIB 1	Limpeza de filtros dos quadros elétricos	10-04-2014	12-05-2014	0,75		
00191	PRENSA MIB 1	Verificar estado dos cilindros	10-04-2014	12-05-2014	0,5		
00191	PRENSA MIB 1	Limpeza do permutador de calor do óleo	10-04-2014	12-05-2014	0,5		
00191	PRENSA MIB 1	Verificar sistema de não repetibilidade de ciclo	11-04-2014	12-05-2014	0,2		

Quadro 11 – Exemplo de operações de manutenção preventiva



Figura 43 – Etiqueta de manutenção preventiva

A melhoria focada foi também um pilar atingido e ao qual foi atribuído uma enorme relevância. Neste aspeto da melhoria das operações, foram propostas algumas alterações durante o projeto, nomeadamente a adição de outras operações ao programa *TPM* e ainda a alteração de duas operações para manutenção preventiva. Em concreto foi debatido numa reunião de equipa que a operação de realizar apertos nas tomadas do óleo quando há fugas, podia passar para manutenção preventiva em vez de ser feita apenas quando necessária (ocorrência de derrames). Ficou acordado que a produção iria agilizar e calendarizar esta operação com alguns tempos de paragem programada da produção, nomeadamente com a troca de moldes nas prensas. Já na operação de substituição das mangueiras rebentadas foi agendado um estudo futuro para estimar a duração média das mangueiras antes de rebentarem e terem de ser substituídas. Ainda na melhoria, foram desenvolvidos planos de ação para encontrar as causas de alguns tempos de paragem elevados de equipamentos em operações *TPM* (aconteceu durante o projeto em algumas operações, aspeto referido no ponto seguinte – III.9). Adicionalmente foram colocadas instruções de comandos dos equipamentos que não estavam em língua portuguesa e, desta forma, procedeu-se a uma alteração

das indicações dos equipamentos na máquina de injeção ZSIM (Figura 44) e na máquina de corte horizontal (Figura 45).



Figura 44 - Melhoria do equipamento - máquina injeção ZSIM



Figura 45 - Melhoria do equipamento - máquina corte horizontal

Ainda no campo da melhoria foi desenvolvida uma ação para atenuar a necessidade de aperto das buchas nas tomadas do óleo. Este aperto era necessário uma vez que o material continha óleo a uma elevada temperatura, sendo que o material metálico ia dilatando e por vezes acontecia o derrame de óleo pela ligação hidráulica. Esta operação *TPM* contemplava a utilização de uma ferramenta própria deixada perto do posto de trabalho, sendo que era uma operação que ocorria com alguma frequência (cerca de uma vez por semana).

Apesar da operação anteriormente feita pela manutenção ter passado para a produção, foi desenvolvido uma ação para reduzir a necessidade de apertos das buchas. Aquando da substituição das buchas nas tomadas do óleo (operação realizada pela manutenção), era colocada previamente uma cola especial em torno do material metálico conforme ilustra a Figura 46, sendo que depois a bucha era colocada num forno a uma temperatura de 60°C. Esta temperatura foi calculada e estudada para que se conseguisse atenuar a necessidade de efetuar a operação *TPM*.



Figura 46 - Melhoria do sistema hidráulico das prensas MIB 1 e 2

A formação contínua constituiu, na fase inicial, uma preocupação constante por forma a transmitir as mensagens e culturas corretas aos chefes de equipa e aos operadores. Foi dada formação inicialmente aos chefes de equipa sobre a ferramenta *TPM* e, mais tarde, sobre as operações que estes iriam fazer e sobre as quais iriam informar os operadores. Na unidade HAPP SJM esta formação foi dada ainda em dezembro de 2013, tendo estado presentes os vários chefes de equipa da unidade de produção. Depois desta primeira formação, foi feita em janeiro de 2014 e em maio de 2014, a habilitação das operações *TPM* aos chefes de equipa e a alguns operadores nomeados por estes, no sentido de validar que a produção tinha as aptidões necessárias para a realização das operações.

Igual procedimento foi efetuado na linha da *Seat Empunaduras*, em que se começou por dar formação às operadoras da linha de produção e às chefes de equipa sobre o que era o *TPM* e quais os seus principais objetivos, sendo que mais tarde foi também efetuada a habilitação das operadoras para as operações definidas como *TPM*.

Na segurança, saúde e ambiente, outro dos pilares base do *TPM* e que se foca constantemente na eliminação de riscos no posto de trabalho, foi dada uma importante relevância igualmente. Nas operações definidas no programa, constavam três operações de verificação de medidas de segurança. Na máquina de corte horizontal era necessário, diariamente, verificar o bom funcionamento do alarme de segurança e verificar também o fecho do cadeado da porta. O alarme de segurança da máquina de corte horizontal devia estar em funcionamento para que, quando o operador estivesse a colocar novos blocos de espuma para cortar, a máquina ficasse em *Off*, não havendo o risco de o operador ser atingido pela lâmina. Já o cadeado da porta devia também diariamente estar fechado para não haver o risco de corte nas mãos, através da lâmina. Do programa constava ainda uma operação na máquina de injeção e que dizia respeito à cabeça de injeção; diariamente era necessário verificar se o botão de emergência de subida do *batch* (cabeça de injeção) fazia de facto subir o equipamento e deixar de injetar os produtos químicos. Estas três operações de verificação das condições de segurança estão ilustradas na Figura 47.

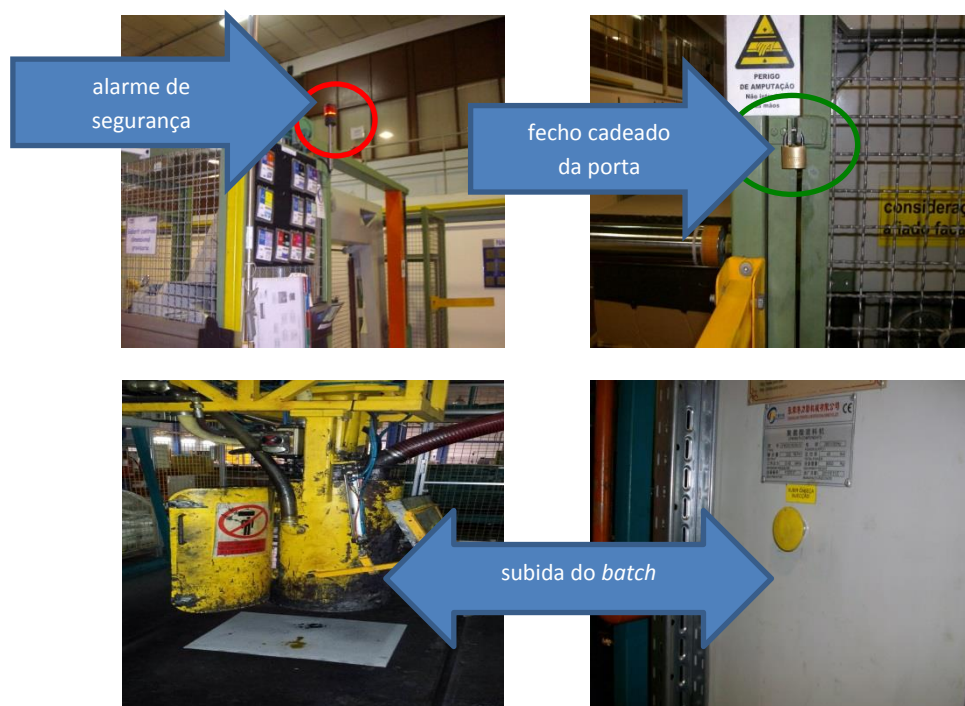


Figura 47 - Operações TPM de verificação de condições de segurança

Ainda no campo da segurança foi desenvolvida uma ideia de melhoria por parte de um operador da manutenção e que dizia respeito à atividade de abastecimento do óleo nos termorreguladores (Figura 48). Esta operação era feita habitualmente pela manutenção e consistia em colocar cerca de 20L de óleo em cada um dos termorreguladores que estão em cima das prensas, junto dos *chillers*. Os termorreguladores que estão instalados no “pisso zero” da fábrica têm naturalmente um processo de abastecimento muito mais simples.

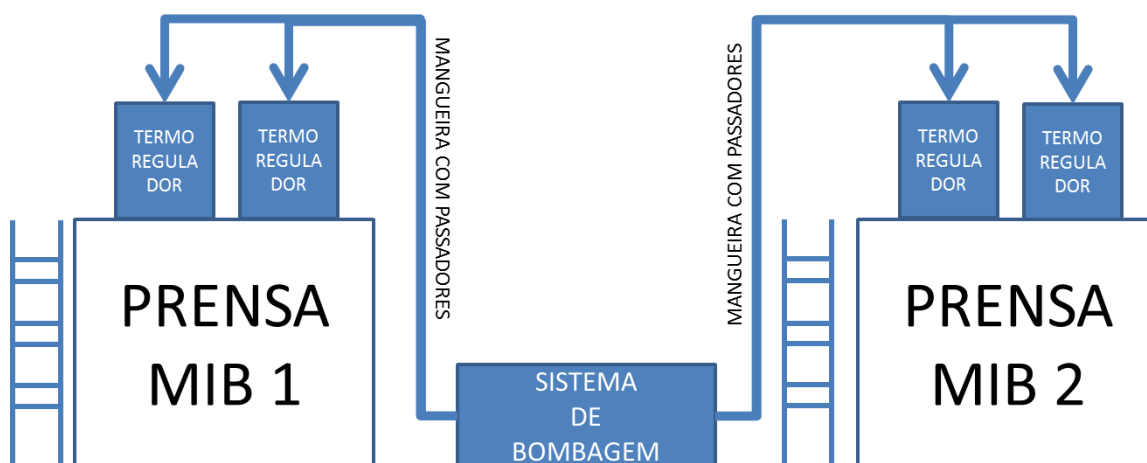


Figura 48 - Proposta de melhoria (Prensa MIB 1 e 2)

A ideia sugerida por um dos operadores da manutenção para solucionar este problema foi a de criar um sistema de bombagem, nomeadamente com uma bomba hidráulica colocada em sítio adequado no “chão de fábrica”, com mangueiras com ramificações e com passadores que pudessem direcionar o óleo quer para os termorreguladores da prensa MIB 1, quer para os termorreguladores da prensa MIB 2, conforme ilustra a Figura 48. Desta forma, poder-se-ia abastecer qualquer um dos termorreguladores com o sistema de bombagem devidamente instalado e acomodado no “chão de fábrica”. Esta ideia encontra-se em fase de estudo mas, a implementar, seria sem dúvida uma mais-valia para a segurança de qualquer um dos operadores que atualmente realiza esta operação semanal de abastecimento dos termorreguladores. Com os exemplos mostrados, é possível perceber que este pilar foi devidamente valorizado e melhorado no sentido de os operadores se sentirem mais seguros ainda nos seus postos de trabalho. Todos estes exemplos pretenderam contribuir para um local de trabalho sem acidentes. Em todas as fichas de posto estava devidamente identificado o material de segurança necessário para a realização da tarefa e aquelas que requeriam maiores cuidados deste tipo. Mais concretamente, com a substituição das mangueiras foi referido que o operador não deveria manter a mão na mangueira durante muito tempo, sob o risco de poder queimar a mão devido à elevada temperatura de óleo que circula na mangueira do sistema hidráulico (Figura 49). Em relação às mangueiras, foi ainda desenvolvida uma melhoria com a colocação de uma chapa num local em que o transportador precisava de passar para poder fazer a troca de moldes e, por vezes, acontecia que o mesmo rasgava a mangueira por esta estar num local indevido (figura 50).

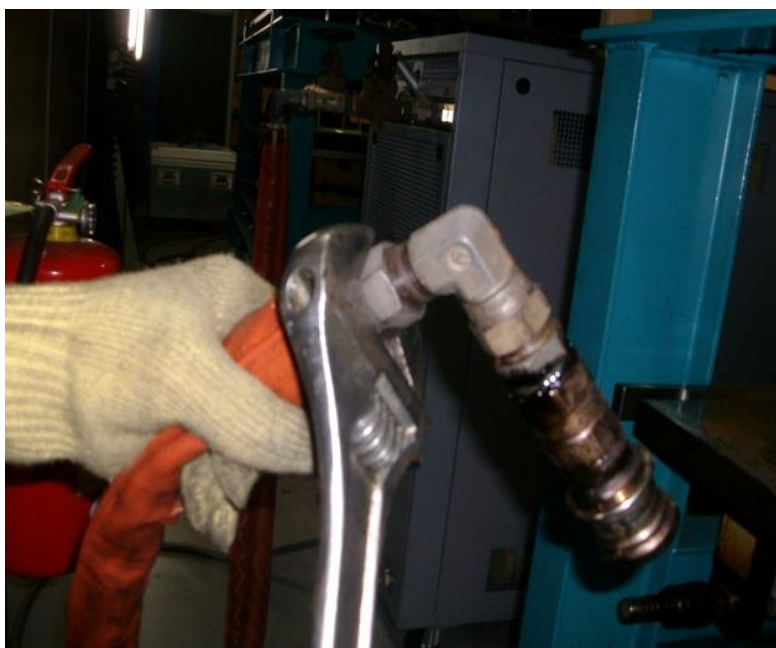


Figura 49 - Operação TPM de substituição de mangueiras



Figura 50 - Melhoria no sistema hidráulico das prensas MIB 1 e 2

III.9. Análise de resultados

Neste ponto do relatório pretende-se analisar todos os resultados obtidos com o projeto sendo que, mais uma vez, é de salientar que muitos dos resultados da implementação do *TPM* são apenas visíveis a médio-longo prazo. Ainda assim, neste ponto serão analisados os tempos de paragem dos equipamentos com operações definidas no programa *TPM*, bem como os valores atualizados do *OEE* e do tempo de paragem dos equipamentos por unidade de produção. É de referir que a consequência direta da inserção da ferramenta na fábrica está apenas relacionada com a diminuição dos tempos de paragem dos equipamentos na unidade HAPP SJM e na linha da *Seat Empunaduras*¹⁹ da confeção, uma vez que a unidade HAPP SJM foi a única onde o *TPM* foi de facto implementado.

Este seguimento de tempos de paragem com operações *TPM* foi feito mensalmente através da análise dos registos de operações pelo pessoal da manutenção e também através do registo mensal das operações *TPM* realizadas pela produção. Desta forma, foi possível analisar a evolução dos tempos de paragem dos equipamentos com as operações *TPM* definidas e identificar necessidades conforme os tempos de paragem, uma vez que no início do programa houve alguns tempos excessivos e inesperados com operações *TPM*.

¹⁹ Sobre esta linha da unidade ASC não se fará uma análise de resultados, uma vez que os mesmos já se alargavam para lá do âmbito deste projeto. Como foi referido ao longo do mesmo, nesta linha em específico foram inseridas cinco operações de manutenção (três de primeiro nível e duas operações de manutenção autónoma).

Os resultados, por si só, surgem como uma forma de ilustração daquilo que foi implementado. No entanto, a análise de resultados permite avaliar o que foi implementado e retirar ilações (tanto positivas como negativas).

Com o *TPM* esperava-se reduzir em grande parte o *downtime* das máquinas relativamente às operações *TPM* e, nomeadamente, àquelas que foram alvo de seguimento de tempos de paragem (apenas cinco operações das quinze totais). É importante salvaguardar que, tipicamente, os ganhos do *TPM* em termos de resultados seriam em tempo (menor tempo de paragem, menor *downtime*) e também em recursos financeiros, isto porque a prevenção faria com que, idealmente, houvesse menos situações de emergência e que necessitassem de reparações demoradas, as quais têm custos associados elevados. Ora, este resultado financeiro, é apenas perceptível a médio-longo prazo (um a dois anos). Desta forma, não foi possível durante a duração do projeto vislumbrar esta possível melhoria financeira, pelo que a mesma não é apresentada neste subcapítulo. Contudo, seria importante analisar este aspeto e verificar se, de facto, a maior prevenção e manutenção diária efetuada fez com que surgisse um menor número de situações de emergência nos equipamentos, com custos de reparação elevados. Esta possibilidade surge como uma orientação para trabalho futuro.

Apesar de no início do projeto se esperar melhorar o indicador de eficiência operacional dos equipamentos (*OEE*), este aspeto não foi totalmente conseguido. Isto porque, como já foi referido, o *OEE* é um indicador que contempla três variáveis: disponibilidade, velocidade e taxa de qualidade (método de cálculo na Trecar). Ora, o *TPM* possibilitava “apenas” melhorar dois destes três parâmetros (uma vez que a taxa de qualidade não foi combatida): disponibilidade e velocidade, nomeadamente na parcela de tempos de paragem. Concretamente e uma vez que o grande objetivo era diminuir os tempos de paragem dos equipamentos com as operações definidas como *TPM*, estes mesmos tempos diminuiram no geral mas, o que é facto, é que apenas representam uma pequena percentagem do tempo total de abertura das duas prensas, pelo que não é de todo visível uma melhoria significativa do indicador. Para além do mais, as operações definidas não tiveram uma ocorrência muito acentuada, isto é, o rearme do *chiller* aconteceu apenas três vezes durante os quatro meses do programa, a substituição das mós nunca aconteceu durante o programa e a operação de substituição das mangueiras rebentadas aconteceu cinco vezes, sendo que não foi a produção a efetuar esta operação. Estas referências surgem como explicação do porquê de não ser visível uma clara melhoria do indicador e de, por vezes e durante o programa, se ter verificado um agravamento do indicador. Este agravamento pode dever-se, simplesmente, a uma situação de emergência que tenha ocorrido durante determinado mês em que se tenham gasto 200 ou 300 minutos ou até mais na sua resolução e que tenham piorado a parcela das paragens totais.

Naturalmente que esta ou estas situações de emergência foram resolvidas pela manutenção e/ou também através de *outsourcing*, mas entram no tempo total de paragem dos equipamentos que, por sua vez, servem para o cálculo do *OEE*.

Desta forma, o *OEE* é, por vezes, e como já foi inclusive referido no capítulo II, um indicador pouco concreto precisamente pelos aspetos referidos acima. Pode haver uma evolução negativa ou positiva durante um mês e esta não estar relacionada diretamente com as operações *TPM*, mas sim, com alguma(s) situação(ões) extraordinária(s) que tenha(m) sido registada(s).

Depois destas explicações que clarificam os resultados obtidos com o *OEE*, mostram-se neste capítulo os seguintes gráficos (Figura 51):

- Seguimento *TPM* com as operações definidas e com os tempos de paragem associados (1);
- Evolução dos tempos de paragem dos equipamentos da unidade HAPP SJM (2);
- Evolução dos tempos de paragem de cada uma das operações definidas no programa (3);
- Evolução do indicador *OEE* ao longo do projeto (4).



Figura 51 – Esquema da análise de resultados

(1) O Quadro 12 mostra todas as operações *TPM* alvo de seguimento de tempos de paragem e ilustra a duração da operação e também se a mesma foi efectuada pela produção ou pela manutenção.

Analisando-o em detalhe, e começando com a operação de rearme do *chiller*, é possível verificar que a mesma ocorreu três vezes durante o programa mas foi sempre efectuada pela manutenção. Logo na semana sete houve a necessidade de efectuar esta operação durante a madrugada mas, o chefe de equipa, não conseguiu detetar concretamente a necessidade de ir rearmar o *chiller* de uma das prensas (no caso, prensa MIB 2).

SEGUIMENTO DOS TEMPOS DE PARAGEM DOS EQUIPAMENTOS - TPM																							
Semana/Mês		S07	S08	S09	Fev	S10	S11	S12	S13	Mar	S14	S15	S16	S17	S18	Abr	S19	S20	S21	S22	Ma		
Paragens																							
P1. Rearmar Chiller	Tempo (minutos)	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Nº de paragens	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Tempo médio	0	5	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0		
P2. Rearmar Chiller	Tempo (minutos)	94	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Nº de paragens	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Tempo médio	47	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-		
P1. Substituir mangueiras rebentadas	Tempo (minutos)	0	0	18	18	0	0	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	23		
	Nº de paragens	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
	Tempo médio	0	0	18	-	0	0	30	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	23	0	-		
P2. Substituir mangueiras rebentadas	Tempo (minutos)	0	24	0	24	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	0	0	0	0	0		
	Nº de paragens	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		
	Tempo médio	0	24	0	-	0	0	0	0	-	0	0	18	0	0	-	0	0	0	0	-		
P1. Apertos tomadas óleo	Tempo (minutos)	15	0	0	15	5	0	0	10	15	10	0	0	0	0	10	0	10	0	0	10		
	Nº de paragens	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1		
	Tempo médio	15	0	0	-	5	0	0	10	-	10	0	0	0	0	-	0	10	0	0	-		
P2. Apertos tomadas óleo	Tempo (minutos)	15	15	0	30	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	10	0	10	0	0	10		
	Nº de paragens	1	1	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1		
	Tempo médio	15	15	0	-	0	0	0	10	-	10	0	0	0	0	-	0	10	0	0	-		
MCH. Substituir mós	Tempo (minutos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Nº de paragens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Tempo médio	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-		
ZSIM. Retirar grafite	Tempo (minutos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	45	15	0	0	80	0	60	20	0	80		
	Nº de paragens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	5	0	3	1	0	4		
	Tempo médio	0	0	0	-	0	0	0	0	-	20	15	15	0	0	-	0	20	20	0	-		
Legenda	Realizado - Manutenção	Nº paragens			5	Nº paragens			4	Nº paragens			1	Nº paragens			1						
	Realizado - Produção	Nº paragens			2	Nº paragens			0	Nº paragens			7	Nº paragens			6						
		Total			7	Total			4	Total			8	Total			7						

Quadro 12- Seguimento semanal do *TPM*

Assim, foi necessário contactar um operador da manutenção, daí que o tempo registado para a operação tenha sido de 90 minutos. Ainda na semana sete houve a necessidade de efetuar esta operação que durou apenas 4 minutos. Já na semana oito a operação decorreu na prensa MIB 1 e teve a duração de 5 minutos. Todas estas operações foram realizadas pela manutenção.

Depois destas ocorrências foram desenvolvidos planos de ações para perceber o que falhou com a operação TPM e chegou-se à conclusão de que era necessário tornar mais evidente a situação de rearme do *chiller* das prensas. Concretamente, foi colocado um sinal sonoro no terreno para identificar claramente a necessidade de rearmar o *chiller*. Não foi registado nenhum ganho temporal com esta operação TPM, uma vez que foi sempre a manutenção a realizar a operação.

Já com a operação de substituição das mangueiras rebentadas, esta ocorreu cinco vezes durante o programa e foi sempre realizada pela manutenção, logo não houve uma evolução positiva nesta operação TPM. Uma outra operação TPM que não registou uma evolução (nem positiva nem negativa) foi a de substituição das mós na máquina de corte horizontal uma vez que nunca aconteceu durante o programa. Por fim, a operação de retirar grafite da máquina de injeção ZSIM foi uma operação de sucesso, uma vez que a produção conseguiu realizar a operação num tempo inferior ao definido como tempo objetivo.

O Gráfico 3 mostra a evolução temporal da operação de rearme do *chiller* definida como TPM. No início do programa, a operação tinha uma duração média de 45 minutos uma vez que, muitas das ocorrências verificavam-se de madrugada, o que aumentava largamente o tempo de operação. Na realidade, o tempo efetivo para a realização da operação é de cerca de 5 minutos, pelo que como tempo objectivo para a produção, tenham sido definidos 10 minutos.

No entanto e apesar de ter havido habilitação nesta operação TPM, a produção não foi capaz de a fazer pelas razões referidas anteriormente.

A evolução temporal ilustrada no Gráfico 3 permite perceber a duração média da operação nas semanas em que ocorreu (semana sete e semana oito).

(2)

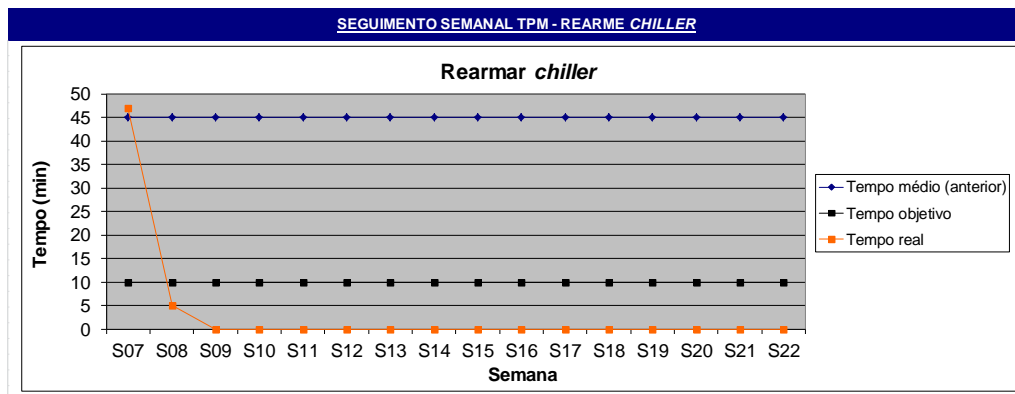


Gráfico 3 - Seguimento da operação de rearme do *chiller*

Já com a operação de substituição das mangueiras rebentadas, também não foram registados ganhos temporais com a operação *TPM*. É importante referir, no entanto, que apesar de esta operação aparecer no programa, a produção mostrou-se um pouco reticente na execução da mesma, nomeadamente pelo facto de existir algum risco de segurança para o operador com uma possível queimadura na pele. Ficou definido um local para a substituição das mangueiras (Figura 52), de entre as várias existentes nas prensas, mas a operação ficou apenas na possibilidade de ser realizada pela produção, não tendo sido passada directamente para este setor.

O Gráfico 4 mostra a evolução temporal desta operação *TPM* que, mais uma vez, não registou melhorias significativas. Tendo sido sempre realizada pela manutenção, a duração da operação manteve-se sensivelmente igual ao tempo médio anterior.



Figura 52 - Local proposto para substituição das mangueiras

(2)

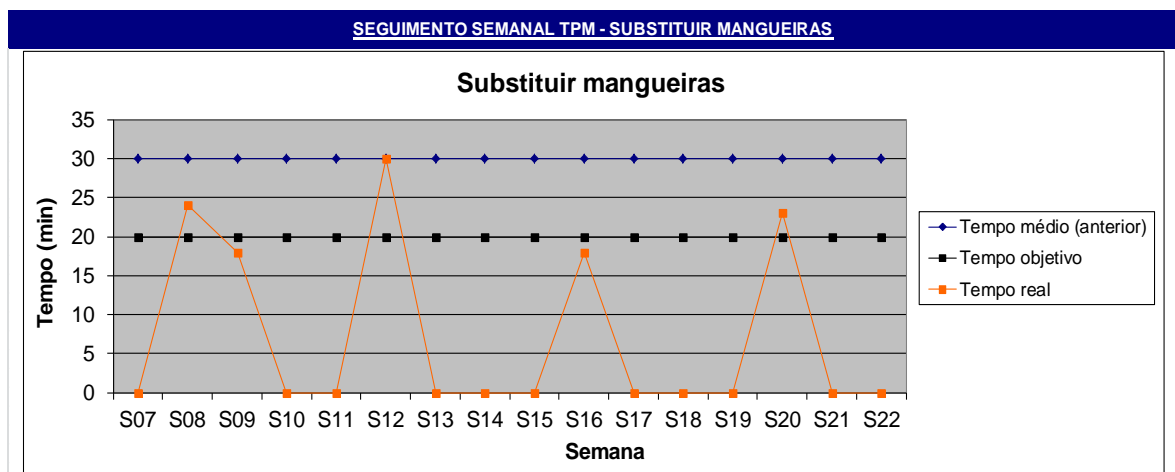


Gráfico 4 - Seguimento da operação de substituição de mangueiras

A última operação alvo de registo temporal nas duas prensas foi a de realizar apertos nas tomadas do óleo. Esta era uma operação que acontecia frequentemente (cerca de uma vez por semana) e que, em concreto, passou para a produção uma vez que este setor passou a conseguir efetuar a operação na maior parte dos casos. Desta forma, houve um ganho temporal (Gráfico 5) uma vez que deixou de ser preciso esperar pela manutenção para realizar os apertos nas tomadas do óleo. De entre as dez ocorrências registadas, 60% das vezes foi a produção a efetuar a operação, sendo que as restantes foi a manutenção (incapacidade de realização por parte do chefe de equipa nos quatro casos realizados pela manutenção).

(2)

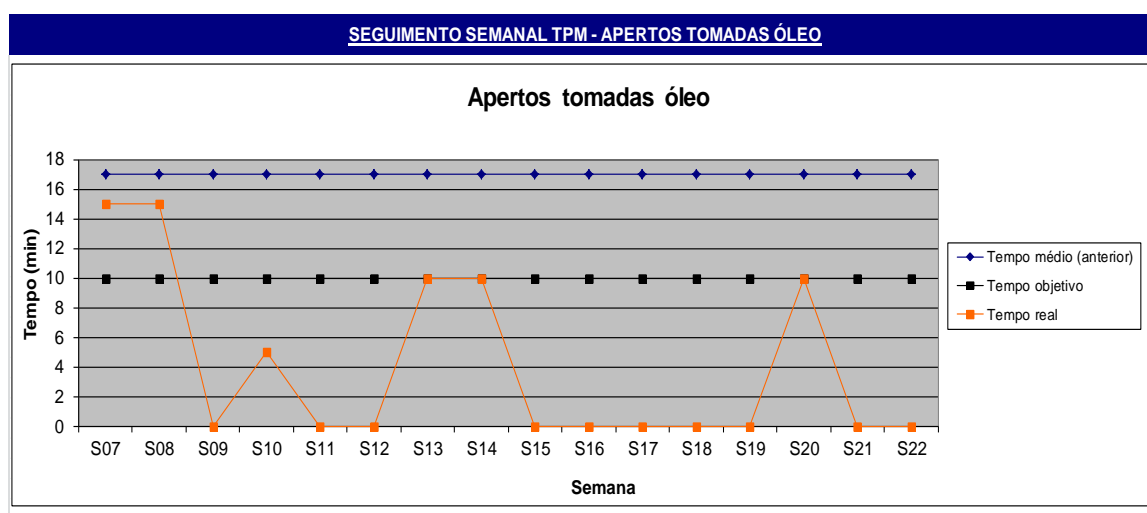


Gráfico 5 - Seguimento da operação de aperto das tomadas do óleo

A operação de substituição das mós nunca se verificou ser necessário pelo que não houve uma evolução temporal desta operação (nem positiva nem negativa). Esta operação consistia em trocar uma mó, componente que se encontra junto da lâmina da máquina de corte horizontal, e que serve para afiar a mesma (Figura 53).

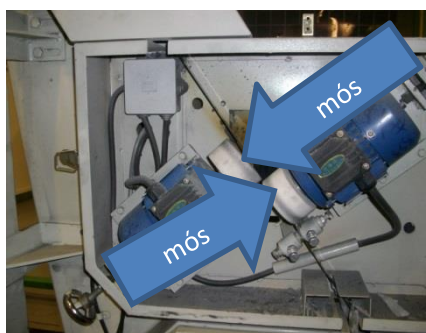


Figura 53 - Operação de substituição das mós - máquina de corte horizontal

A última operação a ser analisada é a de retirar a grafite da máquina de injeção *ZSIM*. Esta operação acontecia sempre que fosse necessário retirar algum excesso de grafite contido na cabeça de injeção. O equipamento continha uma balança e válvulas que pesavam e permitiam a passagem da grafite, respetivamente, para a mistura dos três produtos químicos do processo produtivo (poliol, isocianato e aditivo). Por vezes, o equipamento dava o erro de *grafite overload*, e o operador sabia que necessitava de retirar a grafite contida na cabeça de injeção. Esta operação estava devidamente descrita e pormenorizada na ficha de posto de trabalho, como aliás acontece com todas as operações.

Concretamente, com esta operação, conseguiu registar-se uma evolução positiva no tempo da operação uma vez que a produção conseguiu realizar a mesma (Gráfico 6). A repetição da operação nas semanas 14,15 e 16, deveu-se a um problema detetado no equipamento mas que teve sempre a produção como apoio na resolução da operação. A operação foi realizada pela produção num tempo inferior ao tempo objetivo, o que mostra que a operação anteriormente realizada pela manutenção passou para a produção, que a conseguiu fazer num tempo inferior ao definido como objetivo (aspeto positivo).

(2)

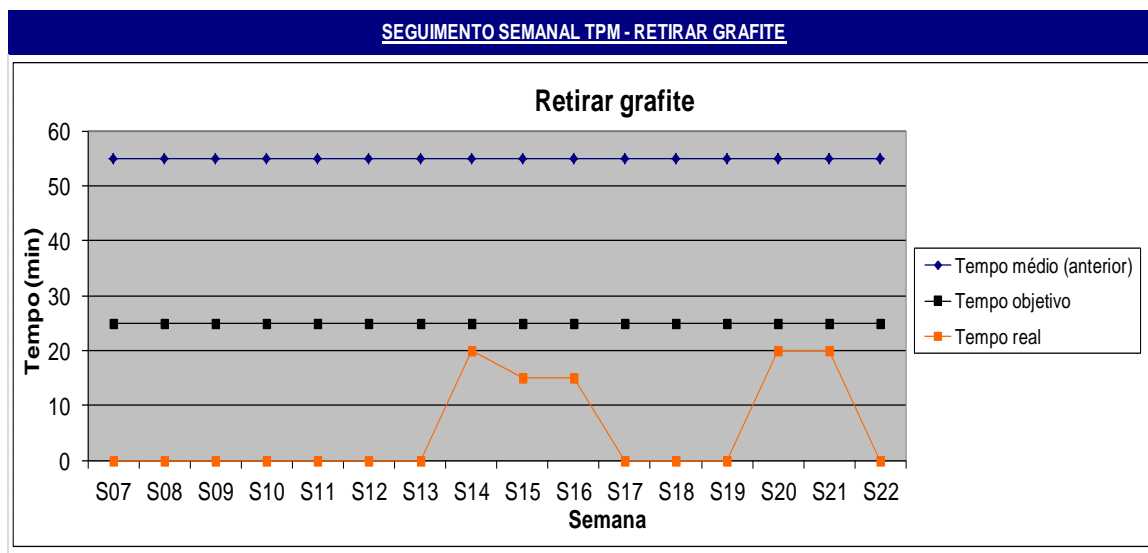


Gráfico 6 - Seguimento da operação de retirar grafite da máquina de injeção *ZSIM*

(3)

No Gráfico 7 pode analisar-se detalhadamente a evolução dos tempos de paragem dos equipamentos na unidade HAPP SJM durante todo o projeto. A vermelho estão assinalados, como é perceptível, os três piores meses registados (com maiores tempos de paragem). Estes registos mais elevados dizem respeito a situações de emergência verificadas e não a tempos elevados registados com as operações *TPM*.

Concretamente, em outubro de 2013, houve situações de emergência com a temperatura do óleo das prensas (244 minutos), um problema registado na máquina de injeção (240 minutos) e um problema com o transportador (180 minutos) (apenas três das situações mais graves verificadas em outubro de 2013). Já em fevereiro de 2014 (arranque das operações *TPM* na HAPP SJM), registou-se um problema na prensa MIB 2 (295 minutos), outro na prensa MIB 1 (124 minutos) e uma situação registada no transportador (540 minutos). Por fim, em maio de 2014, os maiores registos de operações foram relativos a três situações no transportador (150, 120 e 105 minutos).

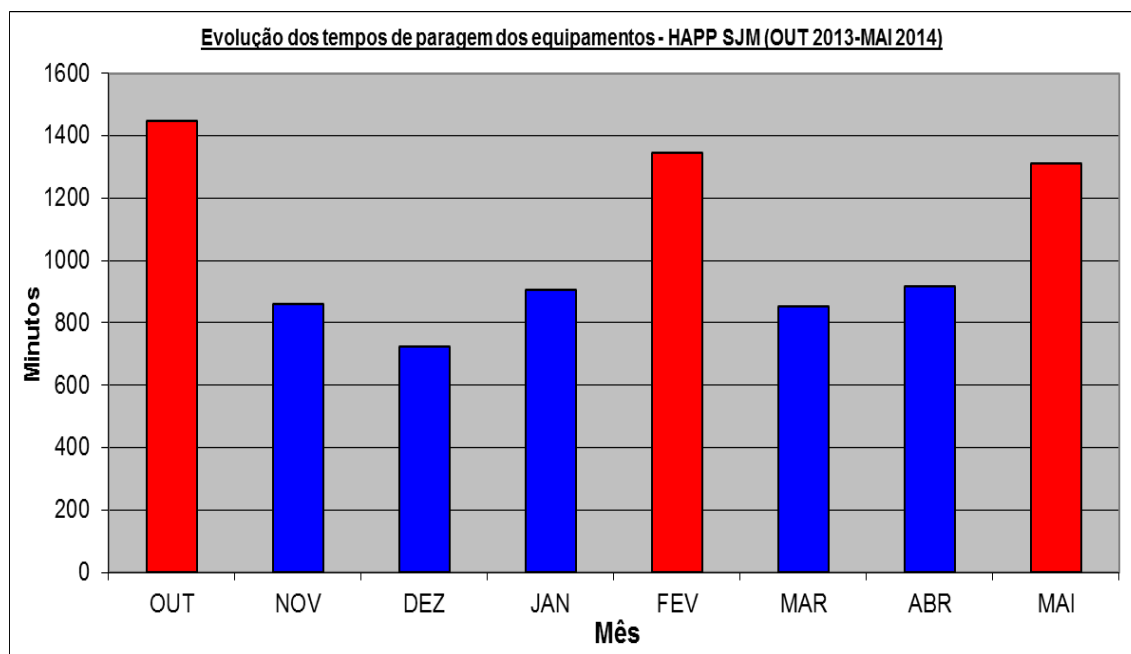


Gráfico 7 - Tempos de paragem dos equipamentos (em minutos)

(1)

No Gráfico 8 é possível observar a diferença entre o tempo real registado com as operações TPM e o tempo objetivo. O tempo objetivo mensal foi calculado através da multiplicação do número de ocorrências registado pela sua resolução temporal (tempo objetivo). Desta forma, é possível analisar o tempo que se verificaria se as operações identificadas como *TPM* fossem resolvidas dentro do tempo objetivo e verificar a diferença entre o expectável e o registado.

Analisando-o em detalhe é possível verificar que o pior mês é o de fevereiro, nomeadamente devido ao facto de a operação de rearme do *chiller* na semana sete ter demorado 90 minutos, contra os 10 minutos de duração como tempo objetivo, aspeto naturalmente negativo e já apresentado.

Dos quatro meses registados (fevereiro a maio de 2014) verificaram-se dois meses positivos (real abaixo do objetivo) e dois meses negativos (real acima do objetivo). A explicação para os meses negativos foi apresentada anteriormente e no que diz respeito aos meses positivos, estes deveram-se ao facto de a produção ter conseguido realizar, por exemplo, a operação de retirar grafite num tempo inferior ao definido como objetivo.

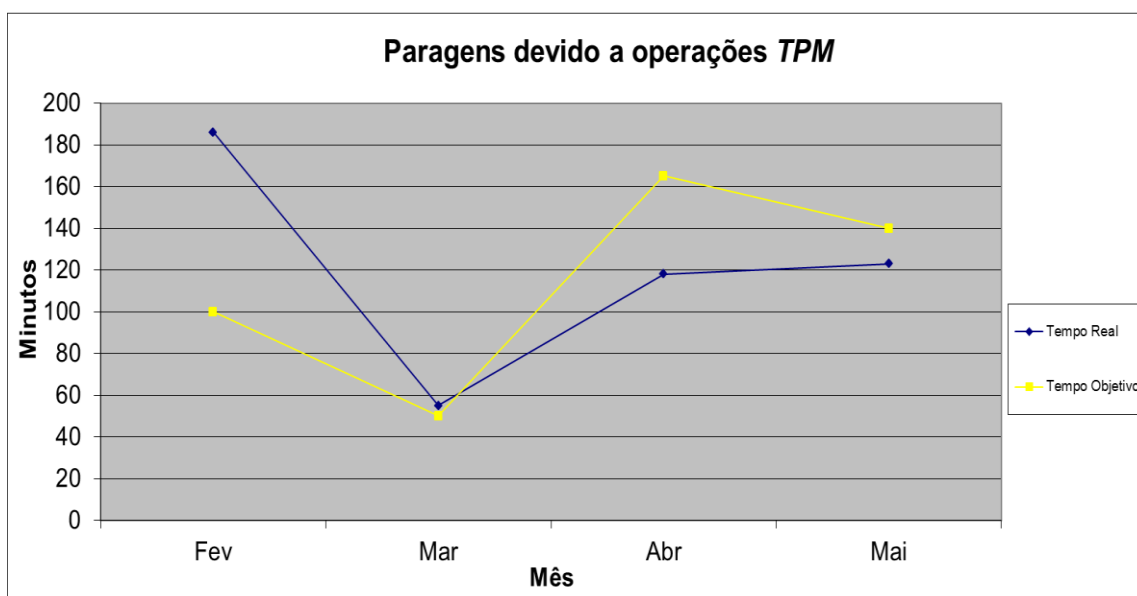


Gráfico 8 - Paragens devido a operações TPM (real vs objetivo)

(4)

Através da análise do Quadro 13 e do Gráfico 9, é possível perceber a evolução ao longo do projeto do *OEE* e dos três parâmetros que dele fazem parte: disponibilidade, velocidade e taxa de qualidade. Os três valores mais baixos do indicador dizem respeito aos três meses com registros de tempos de paragem mais elevados (o que faz sentido). É importante referir, mais uma vez, que os minutos ganhos com algumas operações *TPM* (aperto de buchas e retirar grafite) são pouco significativos para, diretamente, melhorarem o indicador da eficiência operacional dos equipamentos. No entanto, é expectável que a prevenção alcançada com o programa *TPM* faça com que situações de emergência sejam cada vez menos frequentes e, aí sim, seja possível observar e registar concretamente um aumento do indicador *OEE*.

	2013			2014				
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
Objectivo	65%	65%	65%	70%	73%	76%	78%	80%
Disponibilidade	86,20%	92,30%	91,45%	89,45%	86,90%	85,00%	85,00%	86,20%
Velocidade	91,20%	92,40%	93,52%	95,35%	95,50%	99,60%	99,30%	92,80%
Qualidade	94,50%	97%	97,15%	96,50%	96,10%	97,80%	97,00%	96,80%
OEE	74,29%	82,73%	83,09%	82,31%	79,75%	82,80%	81,87%	77,43%

Quadro 13 - Dados do OEE durante o programa TPM

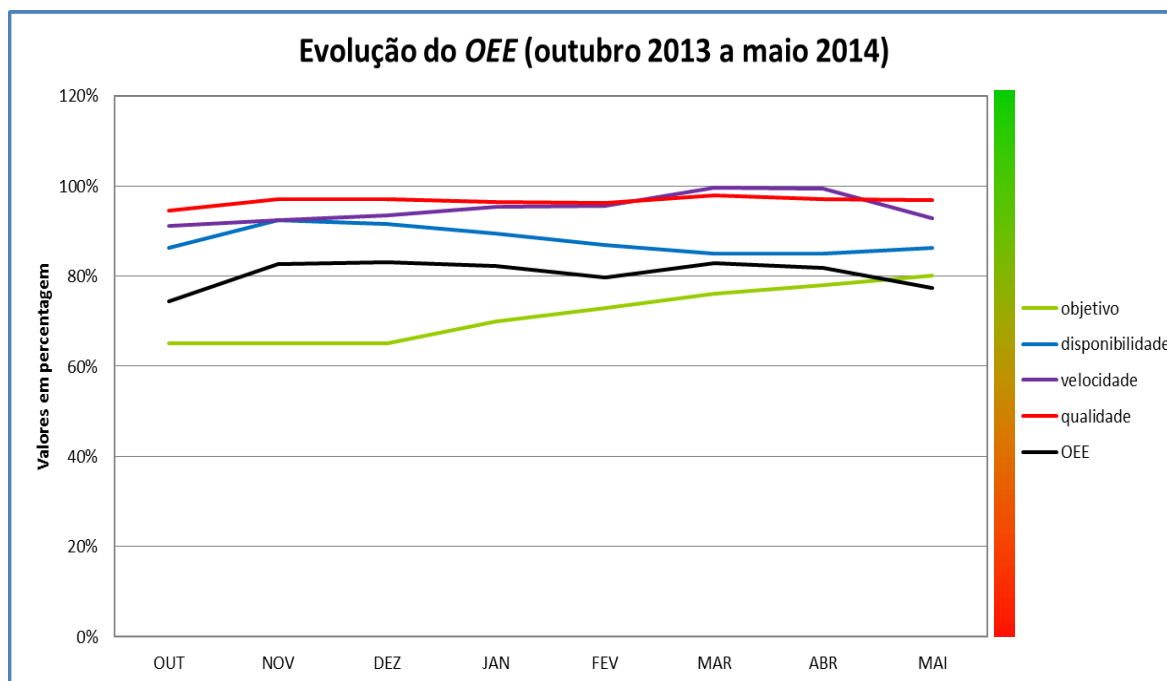


Gráfico 9 - Evolução do indicador OEE ao longo do programa TPM

IV. CONCLUSÃO E ORIENTAÇÕES DE TRABALHO FUTURO

Este capítulo do relatório pretende concluir acerca da forma como o projeto foi desenvolvido com vista ao alcance dos objetivos pretendidos, mostrando também os aspetos mais positivos do mesmo, bem como quais as dificuldades sentidas. Pretende-se igualmente avançar com algumas orientações de trabalho futuro.

Os grandes objetivos iniciais passavam pela correta e eficaz implementação do *TPM* na Trecar, uma vez que havia sido sentida a necessidade de otimizar ou pelo menos melhorar, alguns tempos de paragem dos equipamentos. Outro dos objetivos iniciais passava por contribuir para a criação de um ambiente *kaizen*, e a atribuição de maior *empowerment* aos operadores da produção.

Inicialmente, em outubro de 2013 aquando do início do projeto, decorreram reuniões com a produção para transmitir as tarefas/operações que se sugeria que fizessem parte do programa *TPM*. Nesta primeira fase, verificou-se alguma resistência relativamente à aceitação de algumas operações (aspeto que é compreensível), apesar de ser sempre transmitida a ideia de que a manutenção estaria sempre disponível para colaborar e para dar um maior apoio na fase inicial do *TPM*. A nível comportamental foi necessário ser-se sensível a esta questão de os operadores se sentirem sobrecarregados com funções e responsabilidades, pelo que foi importante haver cedências e retirar algumas operações previamente sugeridas do programa *TPM* a implementar. Foi importante transmitir a ideia de que não era razoável aguardar, por vezes, demasiado tempo pelo operador da manutenção para realizar uma operação que, efetivamente, durava apenas cinco minutos ou até menos (como, por exemplo, verificar a pressão de ar nas prensas *MIB 1* e *2*).

Ainda assim, e apesar de alguma resistência, avançou-se com um plano que continha quinze operações nos cinco grandes equipamentos que fazem parte da HAPP SJM: as duas prensas, o transportador, a máquina de corte horizontal e a máquina de injeção *ZSIM*.

Houve ainda alguma relutância por parte da produção relativamente a algumas operações sugeridas, nomeadamente as que diziam respeito ao sistema hidráulico das prensas: substituir mangueiras rebentadas e realizar apertos nas tomadas do óleo. Isto porque, como já foi referido, no sistema hidráulico (mais concretamente nas mangueiras) circula óleo a uma temperatura de cerca de 240°C o que, naturalmente, podia significar uma operação perigosa e com algum risco associado. Apesar desta situação, foi definido que, no caso da substituição das mangueiras, os operadores apenas poderiam ter que as substituir num local em específico em cada uma das prensas, de entre as várias mangueiras existentes. O local definido era um local de acesso mais seguro e em que o risco de haver uma queimadura na pele era inferior aos restantes locais. Também neste local o desaperto/aperto da mangueira era de mais fácil execução uma vez que se conseguiam usar os dois membros, recorrendo a duas ferramentas. Já a operação de realizar apertos nas tomadas

do óleo (que fornecem o óleo aos moldes e às prensas) tinha também algum risco associado uma vez que, por vezes, havia derrames consideráveis de óleo a elevada temperatura e o operador poderia eventualmente queimar-se ou até escorregar no piso envolvente. Este aspeto foi corrigido pelo departamento de higiene e segurança com a colocação de mantas absorventes que, como o nome indica, absorvem o óleo e evitam que se derrame e se propague pelo piso envolvente à área das prensas. Esta operação em concreto acontecia com alguma frequência e obrigava a que a(s) prensa(s) parasse(m) e fosse chamada a manutenção. Com a passagem para a produção, esta operação foi resolvida de uma forma mais eficiente e foi até definido que a operação poderia passar para manutenção preventiva, sendo que os operadores poderiam aproveitar os tempos de *setup* do(s) equipamento(s) para realizar os apertos nas tomadas do óleo.

Também para melhorar esta operação, foi desenvolvida pela manutenção uma operação prévia de inserção de uma cola especial que funcionava como uma espécie de vedante e que fazia com que as tomadas do óleo não se desapertassem com tanta facilidade.

Depois de alguma resistência inicial (pouco significativa), verificou-se que os operadores da produção (mais concretamente os chefes de equipa), mostraram vontade em ajudar e em querer que o *TPM* seguisse e evoluísse convenientemente. No final do projeto, havia já algumas operações a acrescentar ao programa, nomeadamente a operação de afiar a lâmina da máquina de corte horizontal (tarefa anteriormente realizada pela manutenção) e a de acrescentar óleo nos termorreguladores das prensas (operação que, no fim do projeto, ficou em estudo como uma ação de melhoria).

Relativamente a aspetos menos positivos, é importante referir que, no início, houve algumas dificuldades com as operações *TPM* devido a um não entendimento concreto de uma operação de manutenção. Isto aconteceu, por exemplo, com a operação de rearme do *chiller* na semana sete, em que o operador não foi capaz de identificar que era necessário realizar esta operação.

Outro aspeto a salientar foi a falta de comunicação aquando do arranque efetivo das operações *TPM*. Nesta altura deveriam ter sido agendadas mais reuniões com a produção, para se perceber as reais dificuldades sentidas por estes (na altura), desenvolver melhorias e efetuar alterações necessárias ao programa.

Em termos práticos, é importante concluir que um dos principais objetivos iniciais do projeto (a melhoria do *OEE* – avaliação de desempenho da ferramenta *TPM*), não foi totalmente atingido. O que se verificou e que foi inclusive apresentado no capítulo III.9 foi que a abordagem efetuada com as operações *TPM*, não permitiu um ganho direto em termos de tempo que se repercutisse de imediato no indicador *OEE*, nomeadamente no parâmetro produtividade e/ou disponibilidade. Esta visualização direta poderia ter acontecido se, eventualmente, se tivesse

apostado em operações que aconteciam com bastante frequência na fábrica e que despendessem habitualmente um tempo elevado para resolução. Como se optou por operações com grau de complexidade médio/baixo e que, muitas delas, aconteciam no máximo duas vezes por semana, o ganho temporal com a possível diminuição do tempo de resolução da operação de manutenção não permite uma melhoria direta do *OEE*.

Também como já foi apresentado, é expectável que o *TPM* permita uma melhoria no *OEE* sim, mas devido ao facto de que com as operações de manutenção preventiva a serem realizadas com maior dedicação e rigor, surjam cada vez em menor número situações de emergência nos equipamentos.

Quanto a orientações de trabalho futuro estas prendem-se com a necessidade de continuação de todo o programa, até porque existe uma necessidade maior de implementação do *TPM* na unidade HAPP Cesar, que tem tempos de paragem dos equipamentos superiores aos das restantes unidades de produção. Para esta implementação, foi criado um programa para a HAPP Cesar que, a ser cumprido, terá a sua conclusão em junho de 2015.

Uma outra necessidade futura reside na importância de uma análise financeira aos custos do departamento de manutenção. Como já foi dito, a maior prevenção abrangida com o programa, levará tendencialmente a menores situações de emergência (manutenção corretiva) e, tipicamente, a custos associados mais baixos devido a este decréscimo de operações urgentes. É importante ainda fazer uma análise detalhada do indicador de eficiência geral dos equipamentos, para perceber se de facto, a prevenção fez com que diminuíssem as paragens com operações de manutenção. Será importante verificar também se as operações definidas como *TPM* estão a ser executadas dentro do tempo objetivo definido para cada uma delas.

Em jeito de conclusão, o que fica deste projeto é um grande enriquecimento prático depois da experiência na Trecar, e também um entendimento real da importância e relevância da manutenção numa unidade industrial. Este setor tem assumido (e merecidamente) uma valorização crescente na atividade industrial na medida em que possibilita à produção uma maior disponibilidade dos equipamentos.

V. BIBLIOGRAFIA

- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 70-78.
- Amasaka, K. (2002). "New JIT": A new management technology principle at Toyota. *International Journal Production Economics*, 135-144.
- Bakri, A. H., Rahim, A. R., Yusof, N. M., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 485-491.
- Bartz, T., Siluk, J. C., & Bartz, A. P. (12 de 1 de 2012). Total productive Maintenance - TPM: Difficulties in the implantation in metal-mechanics company.
- Bergenwall, A. L., Chen, C., & White, R. E. (2012). TPS's process design in American automotive plants and its effects. *International Journal Production Economics*, 374-384.
- Bon, A. T., & Ping, L. P. (2011). Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Automotive Industry. *2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA)*, (pp. 55-58). Langkawi.
- Brah, S. A., & Chong, W. K. (2004). Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research*, 2383-2401.
- C. J. van Ede. (2006). *Business improvement: inspire businesses to flow*. Obtido em 1 de Fevereiro de 2014, de Business improvement: www.business-improvement.eu
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lisboa: Lidel.
- Chan, F. T., Lau, H. C., Ip, R. W., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal Production Economics*, 71-94.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean Leadership fundamental principles and their application. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013* (pp. 569-574). Procedia CIRP.
- Dombrowski, U., Mielke, T., & Engel, C. (2012). Knowledge Management in Lean Production Systems. *45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012* (pp. 436-441). Procedia CIRP.
- Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (1999). *Planning and Control of Maintenance Systems*. New York: John Wiley & Sons.
- Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F., & Zanin, G. (2014). Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*, 85-93.
- Gosavi, A. (2006). A risk-sensitive approach to total productive maintenance. *Automatica*, 1321-1330.

- Henriques, T. M. (2012). *Implementação do TPM na empresa Oliveira & Irmão, S.A.* Aveiro.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 420-437.
- Jayaram, J., Das, A., & Nicolae, M. (2010). Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system. *International Journal Production Economics*, 280-291.
- Komonen, K. (2002). A cost model of industrial maintenance for profitability analysis and benchmarking. *International Journal of Production Economics*, 15-31.
- Loera, I., Espinosa, G., Enríquez, C., & Rodriguez, J. (2013). Productivity in Construction and Industrial Maintenance. *Procedia Engineering*, 947-955.
- Lofsten, H. (2000). Measuring maintenance performance - in search for a maintenance productivity index. *International Journal of Production Economics*, 47-58.
- Luxhoj, J. T., Riis, J. O., & Thorsteinsson, U. (1997). Trends and Perspectives in Industrial Maintenance Management. *Journal of Manufacturing Systems*, 437-453.
- McKone, K. E., Schroeder, R. G., & Cua, K. O. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 39-58.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking has to Offer The Process Industries. *World Congress of Chemical Engineering* (pp. 662-673). Glasgow: Chemical Engineering Research and Design.
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2002). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall.
- Palmer, D. (2006). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- PDCA - Consultoria em Qualidade. (2012). *PDCA - Empresa especializada em 5S e TPM desde 1995*. Obtido em 22 de Janeiro de 2014, de PDCA: www.pdca.com.br
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa - Porto: LIDEL.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 276-279.
- Schonberger, R. J. (2007). Japanese production management: An evolution - with mixed success. *Journal of Operations Management*, 403-419.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 129-149.
- SMMT Industry Forum Ltd. (2014). *Industry Forum - Business Excellence Through Inspired People*. Obtido em 23 de Janeiro de 2014, de Industry Forum: www.industryforum.co.uk
- Tavares, M. C. (2012). *Implementação do TPM na Simoldes Plásticos*. Aveiro.

Trecar. (2013). *Trecar - Manual do Colaborador*. São João da Madeira.

Valente, F. D. (2012). *Melhoria da Disponibilidade dos Equipamentos para o Aumento do OEE*. Aveiro.

Vorne. (2010). *Your Online Resource for Lean-Based Information and Tools*. Obtido em 16 de Janeiro de 2014, de Lean Production: www.leanproduction.com